VARIETÀ

DI

MECCANICA E INDUSTRIA

VARIETÀ

DI

MECCANICA E INDUSTRIA

DEL

DOTTOR DIONIGI LARDNER

PROFESSORE EMERITO DI FISICA E ASTRONOMIA AL COLLEGIO DELL'UNIVERSITÀ DI LONDRA,
DOTTOR IN LEGGE DELLE UNIVERSITÀ DI CAMBRIDGE E DI DUBLINO,
MEMBRO DELLE SOCIETÀ REALI DI LONDRA E DI EDIMBURGO, ECC., ECC

PRIMA TRADUZIONE ITALIANA

DEI SIGNORI

D.r G. AMBROSOLI, D.r R. FERRINI, D.r G. GORINI
e F. GHEDINI BORTOLOTTI.

VOLUME UNICO, ILLUSTRATO.

MILANO
DOTTOR FRANCESCO VALLARDI, TIPOGRAFO-EDITORE
CON STABILIMENTO GEOGRAFICO
Contr. S. Margherita, N. 5.

1859.

SOMMARIO DELL'OPERA

GLI OROLOGI.

LE TROMBE IDRAULICHE.

MACCHINE A VAPORE.

NAVIGAZIONE A VAPORE.

LA LOCOMOTIVA.

MACCHINE ELETTRO-MOTRICI.

IL TORCHIO DA STAMPA.

DISEGNO ED INCISIONE MICROSCOPICI.

L'ARTE DEL VASAJO.

GLI OROLOGI

Fig. 17.

Capitolo primo.

I. Bisogno generale di istrumenti per misurare il tempo. — II. Mancanza di misure naturali pei brevi intervalli. — III. Misure approssimative dedotte dalle ombre. — IV. Orologi solari. — V. Costrutti diversamente secondo i diversi luoghi. — VI. Primi orologi solari. — VII. Clessidra od orologio ad acqua. — VIII. Orologio a rena o a polvere. — IX. Cronometro a mercurio. — X. Orologi a pendolo — loro parti principali. — XI. Forza regolatrice del pendolo. — XII. Isocronismo delle oscillazioni. — XIII. Analisi di un'oscillazione — XIV. Verificazione esperimentale dell'isocronismo. — XV. La forza motrice mantiene le oscillazioni. — XVI. L'oscillazione non è dipendente dal peso del pendolo. — XVII. Il tempo dell'oscillazione varia colla lunghezza. — XVIII. Analisi del movimento della lente del pendolo. — XIX. Come il pendolo governi le lancette o gli indici. — XX. Produce un moto intermittente. — XXI. Il movimento del pendolo mantenuto dalla forza motrice.

I.

Dopo l'alimento, il vestito e l'abitazione, cose tutte assolutamente indispensabili alla vita fisica, uno dei primi bisogni d'una società che esce dalla barbarie, sono i mezzi di misurare e registrare il tempo. Nella civile società, tutte le contrattazioni di lavoro e d'ogni sorta di servigi, sono basate sul tempo. Anche trattandosi delle più alte cariche e mansioni in cui il servigio che si rende è puramente so-

ciale e intellettuale esso è ancora sempre regolato, determinato e compensato in relazione al tempo. I misuratori del tempo o cronometri figurano quindi tra le più antiche meccaniche e fisiche invenzioni.

II.

Quantunque la natura abbia forniti de'segni visibili per misurare e marcare le maggiori unità cronometriche, quali sono i giorni, i mesi, e gli anni, essa non ha però somministrata alcuna corrispondente misura delle unità minori quali sono le ore, i minuti e i secondi. Non vi sono nel firmamento segni visibili pei quali, passando dall'uno all'altro, il Sole marchi le ore e molto meno poi i minuti e i secondi. Queste ultime suddivisioni sono dunque puramente artificiali o convenzionali, per cui si dovettero imaginare de' movimenti artificiali, per misurarle e marcarle.

III.

Dapprima dividevasi il giorno approssimativamente osservando il movimento apparente del Sole dal suo nascere al suo tramonto. Conosciuta poi una volta la direzione del meridiano ossia del mezzo-giorno, e segnata con alcun fisso e visibile oggetto, conoscevasi il tempo del mezzo-giorno che è quello in cui il Sole ha la succitata direzione. Le ore prima e dopo il mezzo-giorno calcolavansi ancora a un di presso dalla posizione del Sole fra mezzo-giorno e i tempi del suo sorgere e tramontare. Questo metodo acquistò in esattezza coll'introduzione del gnomone, l'ombra del quale va a cadere su di un piano, in una direzione sempre opposta a quella del Sole. Così, al levare del Sole l'ombra è diretta verso l'ovest, essendo in allora il Sole all'est. Dalla levata del Sole fino a mezzo-giorno, l' ombra va continuamente avvicinandosi alla direzione del nord, ed a mezzo-giorno essa avrebbe esattamente questa direzione. Da mezzo-giorno alla caduta del Sole l'ombra va sempre più dirigendosi verso l'est.

Con tutto ciò egli è evidente che questo orologio solare non offre indicazioni uniformi in tutte le stagioni dell'anno, cosicchè le linee delle ore progettate, p. e., in primavera, non segnano le stesse ore anche nell'inverno o nell'estate. Senza bisogno di molte cognizioni astronomiche, egli è facile convincersi di ciò. In tempo degli equinozj il Sole leva e tramonta a sei ore, e precisamente ai punti est ed ovest; e perciò in queste stagioni le ombre segnanti le ore sei di un tal orologio solare sarebbero, pel mattino, dirette esattamente

all'ovest, e per la sera esattamente all'est. Ma col primo giorno d'estate (21 di giugno) il Sole leva e tramonta a punti dell'orizzonte moltissimo al nord dei punti est ed ovest, e a sei ore della mattina e della sera la sua situazione è al nord dei punti est ed ovest.

IV.

Un orologio solare, costrutto nel modo suindicato, sarebbe, dunque, in ogni luogo, inutile come indicatore del tempo. A renderlo utile sarebbe necessario che l'ombra del gnomone o dello stilo cadesse alle stesse ore sempre nelle stesse direzioni in tutte le stagioni dell'anno. Per raggiungere questo scopo, lo stilo non deve essere verticale, ma diretto verso il polo celeste. Egli è facile a comprendere che in questo caso un piano che passasse attraverso lo stilo ed il Sole s'aggirerebbe sempre con moto uniforme intorno allo stilo per opera del movimento diurno del Sole, e che a tutte le stagioni questo piano avrebbe alle stesse ore la stessa posizione.

Egli è per questo motivo che si dà allo stilo una tale inclinazione sul piano dell'orologio solare che, quando questo è debitamente collocato, lo stilo trovasi inclinato al polo nord del cielo, per cui la sua ombra cade sulle stesse linee dell'orologio solare alle stesse ore, qualunque sia la stagione dell'anno.

V.

Egli è evidente perciò che gli orologi solari devono essere diversamente costrutti secondo le diverse latitudini dei diversi luoghi. Noi abbiamo detto in altro trattato che l'elevazione del polo celeste è eguale alla latitudine del luogo, e per conseguenza anche l'inclinazione del gnomone deve essere eguale alla latitudine del luogo dove intendesi porre l'orologio solare. Ne segue perciò che un orologio solare costrutto per Londra non potrebbe servire per York, Newcastle, od Edimburgo.

La posizione del piano della meridiana su cui progettasi l'ombra del gnomone è affatto insignificante. Ciò che essenzialmente importa è la direzione del gnomone, che deve essere sempre quella del polo celeste, qualunque sia la posizione del piano dell'orologio. Così questo piano può essere orizzontale, verticale od obbliquo. La sua posizione dipenderà dal luogo dove si vorrà erigere. Se questo è uno spazio aperto, come uu giardino od un campo liberamente esposti da tutte le parti, sarà in generale più conveniente il porlo orizzontale; in tali

casi si ha quindi l'abitudine di stabilirlo sulla sommità di una colonna di tre o quattro piedi di altezza, cosicchè possa essere facilmente osservato da una persona di ordinaria statura che gli stesse vicino. Qualche volta egli è conveniente di farlo sulla parete di un edificio quale è per esempio una chiesa, od altro. Un muro esposto a mezzodì è in questo caso il più conveniente, ma per indicare le prime ore del mattino in primavera ed estate, richiederebbesi l'esposizione di levante, e a segnare quelle tarde della sera sarebbe necessario fosse esposto ad occidente.

Dove si costruiscono questi orologi verticali si usa spesso stabilirne contemporaneamente su diverse pareti dello stesso edificio.

Qualunque sia la posizione del piano dell'orologio solare, la posizione delle linee delle ore su di esso è materia di semplice calcolo tecnico, pel quale sono necessarie le formole e i principii della trigonometria sferica, ma che non è accompagnato da alcuna difficoltà.

Devesi però osservare che generalmente le linee delle ore sono inclinate le une verso le altre ad angoli ineguali, come si può vedere ispezionando qualche ordinario orologio solare o meridiana. Non vi è che una sola posizione da darsi al piano di essa perchè le linee delle ore facciamo angoli eguali fra di loro. Questa posizione dovrebbe essere ad angoli retti col gnomone, ed una meridiana così costrutta sarebbe conveniente per ogni luogo, qualunque fosse la sua latitudine. Tutto ciò che è necessario, è di collocarla in modo che il gnomone sia diretto al polo celeste. Il Sole, però, risplenderebbe alla parte superiore o settentrionale del gnomone durante la primavera e l'estate, e dalla parte inferiore o meridionale durante l'autunno e l'inverno. Sarebbe perciò necessario marcare le linee delle ore, ed erigere un gnomone su amendue le parti.

VI.

Il nome di meridiana deriva dalla parola latina *dies*, giorno, e l'invenzione e l'uso di essa come indicatore del tempo è antichissimo. Secondo Erodoto quest'invenzione fu portata in Grecia dalla Caldea. La prima meridiana di cui faccia menzione la Storia è l'emisfero di Beroso, che supponesi aver vissuto 540 anni avanti Cristo.

VII.

I primi tentativi di misurare il tempo coi movimenti artificialmente prodotti, consistettero nel far uscire un fluido con getto con-

tinuo attraverso di una piccola apertura praticata nel tubo di un imbuto, misurandosi il tempo dalla quantità del fluido uscito. La *clessidra*, od orologio ad acqua degli antichi, era costrutta in tal modo. Questo e l'orologio solare furono i soli istrumenti inventati od usati dagli antichi per la misura del tempo.

Le clessidre furono inventate dagli Egiziani ed erano usate comunemente sotto il regno de' Tolomei. In Roma si usavano gli orologi solari nella state e le clessidre nell'inverno. Questi istrumenti sebbene soggetti a difetti assai ovvii, erano ciò nullameno, adoperati con industria, suscettibili di considerevole esattezza, come può facilmente persuadersi sapendo che prima della invenzione degli orologi, essi erano i solo istrumenti cronometrici usati dagli astronomi. Il principale inconveniente delle clessidre era la disuguale celerità colla quale usciva il fluido dovuta al variare della sua altezza nell'imbuto e al suo cambiamento di temperatura.

VIII.

L'ordinario orologio a polvere od a rena è da collocarsi in questa classe di istrumenti cronometrici, ma è il più imperfetto di tutti. Cionullameno per certi intenti, esso è ancora al dì d'oggi, in cui tanti progressi si fecero nell'applicazione della scienza alle arti, ritenuto il più conveniente cronometro. Il processo adoperato per accertare la velocità di un bastimento a vela od a vapore offre un esempio del suo uso. Un uomo sta nella barchetta da cui parte la funicella misurata con nodi, detta altrimenti sagola, ed un altro tiene l'orologio a polvere, e dà il segnale quando la polvere è passata tutta. Il numero dei nodi partiti dalla barchetta è il numero di miglia, per ora, percorse dal vascello. Gli intervalli fra i nodi, la quantità di rena nell'istrumento, e l'apertura attraverso della quale passa, sono in tali rapporti gli uni agli altri da dare questo risultato.

IX.

Nullostante la gran perfezione raggiunta oggidì dall'arte di costrurre cronometri, un apparato fu non ha guari proposto dall'ora defunto capitano Kater per la misura di piccolissimi intervalli di tempo, frazioni di un secondo, per esempio, e questo apparato è una modificazione della clessidra. Una certa quantità di mercurio puro è versato in un imbuto munito di piccola apertura da cui esce il getto di mercurio.

Questo getto si mantiene uniforme, mantenendo il mercurio del-

l'imbuto ad un costante livello. L'apparato si adopera nelle ricerche scientifiche per sapere l'esatta durata dei fenomeni, ciò che si ottiene dirigendo il getto uscente dall'imbuto, entro a un piccolo recipiente all'istante che il fenomeno da osservarsi incomincia, e deviandolo all'istante che il fenomeno cessa. Il mercurio raccoltosi nel recipiente viene quindi esattamente pesato, e il numero dei grani e parti di grano cui esso corrisponde in peso, diviso pel numero dei grani di mercurio che escono dall'imbuto in un secondo, dà il numero dei secondi e le frazioni di secondo, che scorsero durante il fenomeno.

X.

Negli usi ordinarj della vita civile, come nelle ricerche scientifiche, tutte queste invenzioni furono soppiantate dagli orologi, a pendolo e da tasca, il cui uso è ora così universale da costituire un articolo indispensabile di ammobigliamento anche per le più umili abitazioni, e un'appendice necessaria della persona in tutti i paesi civilizzati.

Tutte le varietà di questa divulgatissima meccanica invenzione contengono cinque parti essenziali:

1. Una forza motrice.

2. Un indicatore, dall'uniforme movimento del quale vien misurato il tempo.

3. Una scala esattamente divisa, sulla quale si muove l'indicatore e dalla quale è misurato il suo movimento.

4. Il meccanismo, dal quale vien trasmesso all'indice od indicatore il movimento procedente dalla forza motrice.

5. Un regolatore, che rende uniforme il movimento trasmesso all'indicatore, e ne determina la misura.

Così, per esempio, in un comune orologio a pesi la forza motrice è il grave sospeso mediante una cordetta ad una carrucola fissata all'asse di una ruota, alla quale il peso discendendo comunica un movimento di rotazione. L'indicatore è l'ago o lancetta, od indice. La scala è la mostra dell'orologio sulla quale le ore, i minuti, e talvolta anche i secondi sono marcati con eguali divisioni, su cui si muove l'estremità libera della lancetta. Il meccanismo è una serie di ruote, costrutte in modo che la misura di rotazione dell'ultima ruota sull'asse della quale è fissato l'ago, sia in una certa proporzione colla misura di rotazione della prima ruota, sull'asse della quale è sospeso il grave. E se, come avviene generalmente, sonvi due o tre aghi, allora le ruote sono così costrutte che mentre uno de-

gli aghi compie una rivoluzione, un altro ne fa dodici, ed il terzo sessanta durante una singola rivoluzione del secondo e perciò settecento e venti durante una singola rivoluzione del primo.

Se non vi fossero altri congegni, il peso, in tale apparato, discenderebbe con una velocità sempre crescente, e comunicherebbe perciò agli aghi un movimento di rotazione sempre più rapido, che per conseguenza non servirebbe come misura del tempo. Questo inconveniente è rimosso per l'aggiunta di un pendolo e di una ruota sulla quale esso agisce chiamata: scappamento. È proprietà del pendolo che le sue oscillazioni si effettuino necessariamente sempre in tempi eguali, e la sua connessione collo scappamento è tale che un dente di questa ruota, e non più, passa superiormente al pendolo durante ciascuna oscillazione a destra ed a sinistra. Ma questo stesso scappamento forma parte di una serie di ruote per le quali la prima ruota, mossa dal peso che discende è connessa colle ruote che muovono gli aghi, e per conseguenza, regolando e rendendo uniforme il movimento di questo scappamento, il pendolo regola e rende necessariamente uniforme il movimento dell'intero apparato.

L'istrumento così disposto imparte dunque un moto uniforme di rotazione ad ognuno degli aghi, ma ciò non basta a renderlo un conveniente misuratore del tempo. Egli è necessario che il movimento degli aghi abbia alcuna definita e semplice relazione alla naturale e convenzionale divisione del tempo in giorni, ore, minuti e secondi. A questo intento richiedesi non solo che gli aghi si muovano uniformemente, ma che il primo o il più lento di essi, faccia due complete rivoluzioni in un giorno od una singola rivoluzione in dodici ore; e, quale necessaria conseguenza di ciò, che il secondo faccia una singola rivoluzione in un'ora, ed il terzo in un minuto.

XI.

Da ciò che si è detto risulta chiaramente che l'attuale misura di movimento comunicato agli aghi sarà determinata dalla misura di oscillazione del pendolo. Venne dimostrato che per ogni oscillazione, a destra ed a sinistra, del pendolo, passa un dente dello scappamento; e se quest'ultimo ha trenta denti, e se il pendolo impiega un secondo ad effettuare una singola oscillazione, farà fare allo scappamento una completa rivoluzione intanto che esso fa trenta oscillazioni da destra a sinistra e trenta da sinistra a destra, cioè in sessanta secondi ossia in un minuto primo; così che se l'asse del terzo ago fosse in questo caso fissato sull'asse dello scappamento, quest'ago farebbe una completa

rivoluzione in un minuto, e per conseguenza il secondo farebbe una completa rivoluzione in un'ora, ed il terzo in dodici ore. Con ciò sarebbesi adempiuto alle richieste condizioni.

A rendere completa la spiegazione della proprietà regolatrice del pendolo, sarà sufficiente dimostrare: — 1.° che il tempo di vibrazione deve essere sempre rigorosamente lo stesso nello stesso pendolo; 2.° che questo tempo può rendersi più breve o più lungo variando la lunghezza del pendolo, così che può sempre essere costrutto un pendolo che compia un'oscillazione in un secondo, o in mezzo secondo, o in qualsivoglia dato tempo; e 3.° che la connessione del pendolo collo scappamento può essere effettuata in modo, che il movimento dell'ultimo sia governato dalle vibrazioni del primo, nel modo già descritto.

Un pendolo consiste in una massa pesante, dalla sua forma ordinaria, chiamata *Lente*, attaccata ad una verga, l'estremità superiore della quale sta su di un punto di sostegno in modo da avere il minore attrito possibile. Tale istrumento rimane fermo quando il suo centro di gravità è in linea verticale immediatamente al di sotto del punto di sospensione o sostegno. Ma se il centro di gravità vien deviato dall'una o l'altra parte indi si abbandoni a sè stesso, il pendolo oscillerà descrivendo alternativamente un arco circolare dall'una e l'altra parte del punto in cui trovavasi fermo. Se non vi fosse attrito nè resistenza atmosferica, questo movimento di vibrazione od oscillazione dall'uno e l'altro lato della posizione di equilibrio continuerebbe per sempre; ma in conseguenza degli effetti combinati di queste resistenze, le distanze alle quali il pendolo oscilla da una parte e dall'altra diminuiscono continuamente, finchè dopo un lasso od intervallo di tempo più o meno protratto, si ferma.

XII.

Dicesi che Galileo, ancor giovane, attraversando le navate di una chiesa in Pisa, osservasse pendere dalla sommità della vôlta una lampada la cui posizione era stata accidentalmente sturbata, e che trovavasi per conseguenza in uno stato di oscillazione. Il giovane filosofo, contemplandone il movimento, venne colpito da ciò, che, sebbene l'ampiezza delle sue vibrazioni diminuisse continuamente avvicinandosi allo stato di quiete, i tempi di esse vibrazioni erano sensibilmente eguali, il moto divenendo più lento col divenire più limitato il campo delle oscillazioni. Da ciò dedusse quella proprietà del pendolo che si esprime colla parola isocronismo, in virtù del quale le vibrazioni in archi più o meno lunghi o brevi si effettuano in tempi eguali.

Sebbene però, come tosto dimostreremo, i peudoli posseggano questa proprietà quando gli archi delle vibrazioni sono piccolissimi, essi non continuano a manifestarla quando il campo della vibrazione diviene più considerevole.

XIII.

A semplificare l'esposizione dell'importante teoria del pendolo, sarà conveniente, dapprincipio, considerarlo come un composto di una massa pesante di piccola mole, sospesa ad un filo, il peso del quale possa essere trascurato. Supponiamo dunque una piccola palla di piombo sospesa per un filo di seta, la lunghezza del quale sia incomparabilmente maggiore del diametro della palla di piombo. Tale congegno è denominato *pendolo semplice*.

Sia S, fig. 1., il punto di sospensione; sia SB il filo di seta pel quale la palla B è sospesa e il peso del quale, nel caso presente, trascurisi. Sia B la posizione della palla quando è in direzione verticale sotto il punto di sospensione S. In questa posizione la palla rimarrà ferma; ma se noi supponiamo la palla tratta in disparte alla posizione A, essa, abbandonata, descriverà l'arco AB il cui centro è S, e il raggio la lunghezza del filo. Arrivando in B, essa avrà acquistata una certa velocità, che in virtù della sua inerzia essa avrà tendenza a ritenere, e con questa velocità incomincerà a moversi per l'arco BA'. Supponendo non agire nè la resistenza dell'atmosfera nè l'attrito, la palla ascenderà per l'arco BA' eguale a BA; ma perderà la velocità che ha acquistata in B; perchè egli è evidente richiedersi lo stesso spazio, e lo stesso tempo, a perdere la velocità acquistata, come ad acquistarla. Così la velocità in B acquistata nel cadere per l'arco AB, rimarrà distrutta salendo per l'arco eguale BA'.

fig. 1.

Arrivata in A', la palla si fermerà, indi cadrà di nuovo da A' in B, e in B avrà di nuovo acquistata la stessa velocità che aveva acquistata cadendo da A in B, ma in coutraria direzione; per la stessa guisa può spiegarsi come questa velocità la trasporterà da B in A. Arrivata in A, la palla, si fermerà per ritornare di nuovo da A in B, e così il moto sarà continuo alternatamente tra A ed A'.

Il movimento del pendolo da A in A', o da A' in A, è chiamato un'*oscillazione*, ed il suo movimento fra l'uno o l'altro di questi punti

e B, è chiamato *semi-oscillazione*, il movimento da B in A o da B in A' chiamasi semi-oscillazione ascendente, e quello da A od A' in B semi-oscillazione discendente.

Il tempo che passa durante il movimento della palla fra A ed A' è chiamato il *tempo di un'oscillazione.*

Egli è evidente da quanto si è detto che il tempo impiegato dalla palla a portarsi dall'una o l'altra estremità A, A', al punto B, è la metà del tempo di un'oscillazione.

Se invece di cadere dal punto A, la palla fosse caduta dal punto C, intermedio fra A e B, avrebbe allora oscillato fra C e C', due punti egualmente distanti da B, e l'arco di oscillazione sarebbe stato CC', più breve dell'arco AA'.

Ma incominciando la palla il suo movimento da C, la pendenza dell'arco pel quale essa cade verso B è evidentemente minore che incominciando a muovere da A: per conseguenza la forza che lo accelera, è, nel primo caso, minore di quella del secondo, per cui in quest'ultimo il movimento della palla sarà più rapido che non nel primo.

Il risultato di ciò è, che, sebbene l'arco AB sia più lungo dell'arco CB, il *tempo* che la palla impiega a cadere da A in B non sarà sensibilmente differente dal tempo che essa impiega a cadere da C in B, semprechè l'arco di oscillazione ABA' non sia considerevole.

Si suppose dapprima, come abbiamo di già esposto, che tanto per le oscillazioni più lunghe quanto per le oscillazioni più brevi, i tempi fossero assolutamente gli stessi. Esattamente parlando, però, non è così: ma se l'ampiezza dell'oscillazione AA' non eccede 5° o 6°, allora il tempo che essa impiega ad effettuarsi può essere considerato, praticamente, lo stesso come negli archi minori.

XIV.

Questo importante principio può essere facilmente verificato coll'esperienza. Sospendansi due piccole palle di piombo allo stesso punto di sostegno, ma una penda più dell'altra, così che nell'oscillare le due palle non si urtino fra loro. Ciò fatto, traggasi una delle palle dal suo punto d'equilibrio ad un angolo minore di 3°, e si abbandoni. La palla oscillerà come si descrisse più sopra. Deviisi l'altra palla dal suo punto d'equilibrio ad un angolo molto minore, ed abbandonisi a sè stessa in modo che incominci la sua oscillazione nello stesso momento che incomincia una delle sue oscillazioni l'altra palla.

Insomma, regolisi l'esperienza in modo, che quando una palla è in A, l'altra si trovi in C; e che ambedue comincino il loro movimento discendente verso B nello stesso momento. Si troverà in allora che le loro oscillazioni saranno sincrone per un considerevole lasso di tempo, vale a dire, che le palle arriveranno in A' e C', rispettivamente, allo stesso istante; e, di ritorno, arriveranno nello stesso momento in A e C rispettivamente.

Se, in questo caso, l'oscillazione della palla A si facesse su di un arco di 10°, vale a dire di 5° per ogni lato della verticale, l'oscillazione della palla C effettuandosi su di un arco di 2°, troverebbesi che 10,001 oscillazioni dell'ultima corrisponderebbero a 10,000 oscillazioni della prima, così che l'attuale differenza fra i tempi delle loro oscillazioni non eccederebbe un diecimillesimo.

XV.

Nella pratica applicazione del pendolo, però, questo leggero deviamento dall'assoluto isocronismo diviene insignificante; perchè si ha sempre una forza, da cui la perdita di moto prodotta dall'attrito e dalla resistenza atmosferica vien riparata, e l'ampiezza delle oscillazioni mantenuta uniforme, come dimostreremo.

XVI.

Potrebbe credersi che il tempo dell'oscillazione di diversi pendoli dipenda, più o meno, dal peso della materia che li compone, e che un corpo pesante avesse ad oscillare più rapidamente di un altro più leggero. Ma tanto la teoria che l'esperienza provano il contrario. La forza di gravità che fa oscillare il pendolo agisce separatamente su tutte le particelle che compongono la sua massa; e se la massa fosse doppia, l'effetto di questa forza su di essa sarebbe essa pure raddoppiato; e, per dirla in breve, in qualsivoglia proporzione la massa del pendolo si aumentasse o diminuisse, l'azione della forza di gravità su di essa aumenterebbe o diminuirebbe esattamente nella stessa proporzione, e per conseguenza la velocità impartita dalla gravità alla massa del pendolo sarebbe ad ogni istante la stessa.

Egli è facile a verificare ciò coll'esperimento. Sospendansi diverse piccole palle di metallo, d'avorio, e d'altri materiali con fili di seta della stessa lunghezza, e si facciano oscillare; si troverà che le loro oscillazioni sono eguali.

XVII.

Se pendoli di diverse lunghezze hanno simili archi di oscillazione, i tempi dell'oscillazione di quelli che sono più corti saranno minori dei tempi dell'oscillazione di quelli che sono più lunghi. Siano *a*, *b*, *c*, *d*, ed *e*, fig. 2., cinque piccole palle di piombo sospese da fili di seta al punto di sospensione S, e suppongasi che ognuna di esse formi pendoli, aventi lo stesso angolo di oscillazione. L'arco di oscillazione della palla *a* sarà aa'''', quello di *b*, sarà bb'''', quello di *c*, cc'''', e così via. Incominciando a cadere dai punti *a*, *b*, *c*, *d*, *e*, verso la linea verticale, queste cinque palle sono egualmente accelerate, in quanto che gli archi circolari che esse descrivono sono tutti egualmente inclinati in questo punto alla linea verticale. Lo stesso dicasi dei punti a', b', c', d', e'. Può quindi conchiudersi che, per l'intiero campo di oscillazione, tutti questi cinque pendoli saranno mossi da eguali forze acceleranti.

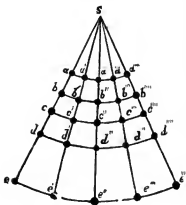



fig. 2.

Ora egli è dimostrato dai principj della meccanica, che quando i corpi sono spinti dalle stesse od eguali forze acceleranti, gli spazj pei quali essi si muovono sono proporzionali ai quadrati dei tempi del loro movimento; ne segue perciò, che la lunghezza di questi archi di oscillazione sono proporzionali ai quadrati dei tempi. Ma le lunghezze di questi archi sono evidentemente nella stessa proporzione come le lunghezze dei pendoli, vale a diro l'arco aa'''' sta a bb'''' come S*a* sta ad S*b*, e l'arco bb'''' sta a cc'''' come S*b* sta a S*c*, e così di seguito.

I quadrati dei tempi di oscillazione dei pendoli sono quindi come le loro lunghezze, o, ciò che è lo stesso, i tempi di oscillazione sono come le radici quadrate delle loro lunghezze. Questo principio si può facilmente verificare coll'esperienza.

Siano tre piccole palle di piombo sospese verticalmente le une sotto alle altre medianto cordoncini di seta, come è rappresentato nella fig. 3., e in tal modo che possano tutte oscillaro nello stesso piano ad angoli retti al piano del diagramma, senza che i cordoncini si immischino gli uni gli alhri.

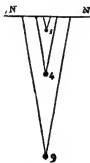
Siano questi cordoncini accomodati in modo che la distanza della palla 1 sotto la linea N N sia di 1 piede, la distanza della palla 4, di 4 piedi, e la distanza della palla 9, 9 piedi.

fig. 3.

Mettasi la palla 9 in uno stato di oscillazione in piccoli archi, e rimuovasi la palla 4 dalla sua posizione verticale, si lasci quindi in libertà in in modo che incominci una delle sue oscillazioni con una oscillazione della palla 9; e nella stessa guisa si muova la palla 1 simultaneamente con una delle oscillazioni della palla 9.

Si troverà che due oscillazioni del pendolo di un piede si eseguiscono esattamente nello stesso tempo di una singola oscillazione del pendolo di quattro piedi; per conseguenza, il tempo di ciascuna oscillazione dell' ultimo sarà il doppio di quello del primo, mentre la lunghezza è quadrupla di quella del primo.

Così mentre il pendolo di un piede fa tre oscillazioni, il pendolo di 9 piedi ne farà una, e, per conseguenza, il tempo di oscillazione dell'ultimo sarà tre volte quello del primo, mentre la sua lunghezza è nove volte quella del primo.

Da questo principio si può dedurre la lunghezza di un pendolo che oscilla in un dato tempo, o il tempo dell'oscillazione di un pendolo di qualsivoglia data lunghezza, sempre che noi conosciamo la lunghezza di un pendolo che oscilla in un dato tempo.

XVIII.

Noi abbiamo sin quì supposto che il corpo del pendolo sia una massa pesante di una grandezza indefinitamente piccola, sospesa ad un filo senza peso. Queste condizioni in pratica non si verificano. Ogni lente di pendolo ha una grandezza definita, e le sue parti componenti trovansi a differenti distanze dal punto di sospensione; la verga che la sostiene è di un peso considerevole, e tutti i punti di questa verga come quelli della stessa lente, sono a differenti distanze dal punto di sospensione. Nel calcolare perciò l'effetto dei pendoli, egli è necessario tener conto di questa circostanza.

Supponiamo *a*, *b*, *c*, *d*, *e*, *f*, *g*, (fig. 4), essere altrettante piccole palle attaccate mediante fili indipendenti, il peso dei quali possa venir trascurato, ad un punto di sospensione S, e suppongasi che queste sette palle oscillino fra le posizioni SM ed SM'. Ora, egli è chiaro, da quanto si è detto, che queste palle oscilleranno tutte in tempi diversi, quelle che sono più vicine al punto S più rapidamente

di quelle che sono più distanti dal medesimo. Se, perciò, esse vengano tutte lasciate partire nello stesso momento dalla linea SM, quelle che sono più vicine ad S avranno lo stesso impulso di quelle che sono più distanti e ad ogni posizione intermedia fra gli estremi della loro vibrazione avranno le posizioni $a', b', c', d', e', f, g'$. Il pendolo che è più vicino al punto S e che è il più corto, sarà il primo, perchè esso ha la più rapida vibrazione. Il prossimo in lunghezza, b', lo seguirà, e così di seguito; il più lontano da S essendo il pendolo più lungo g' sarà l'ultimo della serie.

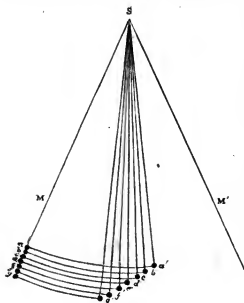



fig. 4.

Ora se invece di supporre che queste sette palle siano tenute in sospensione da fili indipendenti, noi le imaginiamo attaccate allo stesso filo, così che non possano avere alcun movimento indipendente, e trovinsi tutte sulla stessa direzione; allora è evidente, che mentre l'intiera serie oscilla con movimento comune, quelle che sono più vicine al punto di sospensione avranno una tendenza ad accelerare il movimento di quelle che sono più distanti, mentre quelle che sono più distanti avranno una tendenza a ritardare il moto di quelle che sono più vicine.

Questi effetti si compensano mutualmente; *b* e *c* si muoveranno più lentamente di quello che farebbero se fossero libere, mentre *e* ed *f*, invece, si muoveranno più rapidamente. Nella serie delle palle ve ne sarà una che separerà quelle che si muovono più lentamente della loro misura naturale, da quelle che si muovono più celermente, e una palla collocata a questo punto oscillerà esattamente come farebbe se nessun'altra palla fosse collocata sopra o sotto di essa. Questa palla sarebbe, per così dire, il centro che dividerebbe quelle che sono accelerate da quelle che sono ritardate.

Questo punto è stato perciò denominato il *centro di oscillazione*.

Egli è evidente dunque che tutte le parti di una lente di pendolo, di grandezza più o meno considerevole, oscilleranno nello stesso tempo come farebbero se fossero tutte concentrate al suo centro di oscillazione formando quivi un punto materiale di insensibile grandezza.

Per lunghezza di un pendolo, qualunque sia la sua forma, intendesi sempre la distanza del suo centro di oscillazione dal suo punto di sospensione.

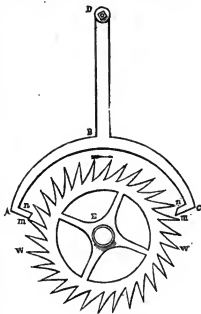
Vedrassi da quanto si è detto più sopra che, variando la distanza del centro di gravità del pendolo dal punto di sospensione, il centro di oscillazione, e perciò la virtuale lunghezza del pendolo, e il suo tempo di vibrazione possono variare. L'istrumento perciò deve essere accomodato in modo, che il tempo della sua vibrazione sia un secondo, od una frazione di secondo come più aggrada.

XIX.

Supponendo dunque che il pendolo sia costrutto in modo da effettuare, per esempio, un'oscillazione in un minuto secondo, vediamo ora come il movimento degli indici o lancette sia da tali oscillazioni governato.

fig. 5.

Sull'asse sul quale oscilla il pendolo è fissato un pezzo di metallo in forma d'àncora, come D B A C (fig. 5), in modo che questo pezzo possa oscillare alternativamente a destra ed a sinistra col pendolo. Due corti pezzi, *m* ed *m'*, chiamate palette prolungansi internamente ad esso, ad angoli retti, dalle sue estremità A e C.

Le forme e le dimensioni dell'àncora A B C sono accomodate a quelle della ruota-scappamento *w w'*, la quale in comune con altre ruote formanti il meccanismo dell'orologio, è mossa, nella direzione indicata dalla freccia, dal peso o dalla molla. Quando l'àncora oscilla a destra la paletta *m* entra fra due denti della ruota, l'inferiore dei quali venendo contro di

essa, il movimento della ruota è pel momento arrestato. Quando l'áncora oscilla a sinistra, la paletta *m* ritirasi d'infra i due denti, e la ruota può girare ma solo per un momento, perchè l'altra paletta *m'* incastrasi fra due denti della parte opposta, il superiore dei quali urtando contro di essa, il movimento della ruota vien di nuovo arrestato.

La ruota dunque gira sul proprio asse E, non con un movimento continuo come farebbe se fosse mossa dal peso o dalla molla, senza l'interposizione di alcun ostacolo, ma con un movimento intermittente venendo alternativamente fermata dalle palette che urtano ne' suoi denti.

Quando il pendolo, e perciò l'áncora, è all'estremità destra della sua oscillazione, la paletta *m*, essendo entrata fra due denti, uno di questi urta contro il suo lato inferiore, la ruota è arrestata, e la paletta *m'*, è affatto disimpegnata dal dente della ruota. Quando nell'oscillare a sinistra il braccio D B diventa verticale, il dente della ruota a sinistra è appena *scappato* dalla paletta *m*, e la ruota non più trattenuta dalla paletta, ha appunto incominciato ad essere mossa dalla forza del peso o della molla. Ma allo stesso momento la paletta *m'*, entra fra i denti della ruota a destra, e quando l' áncora è arrivata all'estremità sinistra della sua oscillazione, il dente della ruota che è al dissopra della paletta *m'*, avrà urtato su di essa, così che il movimento sarà di nuovo arrestato.

Così appare che, durante la prima metà dell'oscillazione da destra a sinistra, il movimento della ruota è arrestato dalla paletta *m'*, e durante la rimanente metà dall' oscillazione la ruota si muove, ma è arrestata al momento in cui l'oscillazione giunge al suo termine.

In simil guisa può esser dimostrato, che durante la prima metà dell' oscillazione da sinistra a destra, il movimento della ruota è arrestato dalla paletta *m'*, che essa è posta in libertà e si muove durante l'ultima metà dell' oscillazione, ed è di nuovo arrestata al compiersi dell'oscillazione.

XX.

Il movimento comunicato alle lancette od indicatori corrisponde necessariamente a quello intermittente dello scappamento. Se l'orologio è proveduto di un indicatore a secondi, la circonferenza della mostra essendo divisa in sessanta parti eguali da punti, l' estremità libera dell' indicatore a secondi si muoverà da punto a punto durante la seconda metà di ogni oscillazione del pendolo, soffermandosi sul punto durante la prima semi-oscillazione.

Essendo intermittente il movimento dell' intiera serie delle ruote, gli indici dei minuti e delle ore si muoveranno anch'essi, come l'indice dei secondi, ad intervalli, essendo alternativamente mossi ed arrestati per un mezzo secondo. Questa intermittenza però non è in essi così palese come nell' indice a secondi, a motivo del loro moto comparativamente lento. Così, l'ago dei minuti, movendosi sessanta volte più lentamente dell' ago a secondi, si muove durante ogni semi-oscillazione del pendolo per la sola sessantesima parte dello spazio fra i punti, e l'indice delle ore si muove dodici volte più lentamente che non si muove l'indice dei minuti, ad ogni semi-oscillazione del pendolo, per la 360.ª parte dello spazio fra i punti. Egli è facile perciò a comprendere come cangiamenti di posizione così piccoli non siano percettibili.

XXI.

Se il pendolo oscillasse sul suo asse di sospensione senza essere congiunto col restante meccanismo dell'orologio, il campo della sua oscillazione diminuirebbe gradatamente per gli effetti combinati dell'attrito e della resistenza dell'aria, e questo campo divenendo così sempre minore, l'oscillazione verrebbe finalmente a cessare affatto, e il pendolo si fermerebbe. Ma questo non essendo il caso, e il pendolo trovandosi nell'orologio in connessione con tutta la serie delle altre ruote, egli è evidente che esso deve ricevere dalla ruota di scappamento alcuna forza di laterale impulsione, per la quale vien riparata la perdita di forza cagionata dall'attrito e dalla resistenza dell'aria.

Egli è facile dimostrare come ciò avvenga. Si è di già esposto come durante la prima metà di ogni oscillazione un dente della ruota di scappamento resti sull'una o l'altra paletta dell' áncora. La paletta reagisce su di esso con una certa forza arrestando il movimento delle ruote, e riceve da esso una corrispondente pressione. Questa pressione ha tendenza ad accelerare il movimento del pendolo, e ciò continua finchè il dente *scappa* via e si è liberato dalla paletta. È questa forza che ripara la perdita di movimento sofferta dal pendolo per l'attrito e la resistenza atmosferica.

Vedesi dunque che mentre da una parte il pendolo regola e rende uniforme il movimento impartito alle ruote dal peso o dalla molla, il proprio suo campo è mantenuto e reso uniforme dalla reazione del peso o della molla su di esso.

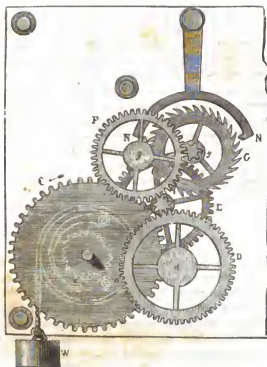



Fig. 18.

Capitolo secondo.

XXII. Azione del pendolo sullo scappamento. — XXIII. Diverse misure di movimento degli indicatori o lancette dell' orologio prodotte dai denti delle ruote e dei rocchetti. — XXIV. Metodo per fare i rocchetti. — XXV. Azione reciproca delle ruote dentate. — XXVI. Ruote e rocchetti. — XXVII. Ruote a corona e a squadra. — XXVIII. Peso applicato come forza motrice. — XXIX. Perchè le lancette non girino a ritroso quando si carica l' orologio. — XXX. Molla. — XXXI. La sua forza è variabile. — XXXII. La piramide. — XXXIII. Bilancia. — XXXIV. Le sue vibrazioni sono uniformi. — XXXV. Spiegazione generale di un orologio. — XXXVI. Di un orologio mosso da un peso. — XXXVII. Metodo di regolare il ritmo.

XXII.

Considerando attentamente l'azione dell' áncora del pendolo sullo scappamento si rileverà che per ogni doppia vibrazione fatta dal pendolo, un solo dente per volta dello scappamento scappa all'azione

dell'àncora. Così se noi supponiamo che quando il pendolo è all'estremità sinistra del suo campo, la paletta di destra sia fra i denti *m'* ed *n'*, il dente *n'* scapperà dalla paletta C quando il pendolo oscillando da sinistra a destra, arriva alla posizione verticale, che è alla metà della sua oscillazione. Mentre sale all'estremità destra del suo campo, il dente *n'* avvanza al posto che occupava dapprima *m'*, e nello stesso tempo il dente *m* avvanza al luogo che occupava dapprima *n*; ma nello stesso tempo la paletta A s'incastra fra *m* ed il successivo dente, ed arresta l'ulteriore progresso della ruota. Quando poi il pendolo incomincia la sua oscillazione a sinistra, la ruota continua ad essere arrestata finchè esso arriva al mezzo della sua oscillazione; allora il dente al di sotto di *m* scappa superiormente alla paletta A, ma allo stesso momento la paletta C entra sotto il dente che è sopra *n'*, e al termine dell'oscillazione, arresta il movimento della ruota. Vedesi dunque che i denti cadono tutti l'uno dopo l'altro in regolare successione sulla paletta C all'arrivo del pendolo all'estremità sinistra d'ogni sua doppia oscillazione.

Se il pendolo è costrutto in guisa che oscilli in un secondo e si voglia che lo scappamento faccia una completa rivoluzione in un minuto, vale a dire durante sessanta oscillazioni del pendolo, la ruota deve avere trenta denti. In questo caso, scappando all'azione dell'àncora un dente per ogni doppia oscillazione da destra a sinistra, e di ritorno da sinistra a destra, trenta denti, vale a dire l'intiera circonferenza della ruota, scapperanno all'azione dell'àncora in trenta doppie oscillazioni, o in sessanta singole oscillazioni, il tempo di ogni oscillazione essendo un secondo.

XXIII.

Il modo in cui diverse misure di rivoluzione possono essere impartite a diversi indici di un orologio, da denti e rocchetti, è facile ad intendersi.

Le ruote usate comunemente negli orologi sono formate di sottili lamine di metallo, di solito ottone, tagliate in dischi circolari di conveniente grandezza, sui margini dei quali son formati i denti. I margini delle ruote così dentati sono messi a contatto in modo che i denti dell'una vengano a inserirsi fra quelli dell'altra, così che facendo girare una ruota sul proprio asse, i suoi denti premendo su quelli dell'altra, impartiranno alla medesima un movimento di rotazione.

Quando in una ruota più grande imboccano i denti di un'altra molto più piccola, ciò che è frequentissimo in ogni specie di meccanismo a ruote, la ruota più piccola chiamasi, per distinguerla, *rocchetto* e i suoi denti chiamansi *ale*.

XXIV.

Il metodo di fabbricazione dei rocchetti e ruote più piccole ad uso degli orologi è ingegnosissimo. Si fa passare a forza una verga metallica, il diametro della quale superi di poco quello della ruota o rocchetto da farsi, attraverso di un'apertura praticata in una lastra d'acciajo avente esattamente la stessa forma e grandezza di detta ruota o rocchetto da farsi. Per tal modo la verga diventa *scanalata* e i rialzi della scanalatura corrispondono esattamente in forma e grandezza agli incavi dell'apertura, e perciò ai denti o ale del rocchetto o ruota.

Questa verga scanalata tagliasi poi in sottili laminette, ad angoli retti alla sua lunghezza. Ogni laminetta è una ruota perfetta o rocchetto, ed è evidente che tutte queste ruote o rocchetti saranno perfettamente eguali gli uni agli altri in forma e grandezza.

Fig. 6.

Una lastra con apertura di diverse forme e grandezze, è rappresentata dalla fig. 6.

XXV.

La fig 7.ª rappresenta due ruote d'ineguale grandezza, che agiscono l'una sull'altra. Si comprenderà facilmente che in questo caso i loro movimenti devono essere in direzioni contrarie. Così se la ruota A si muove nella direzione dell'indice di un orologio, la ruota B si muoverà in direzione contraria.

A C B

Fig. 7.

Di più la misura colla quale esse girano sui loro assi sarà in proporzione inversa del numero dei loro denti. Così se la ruota B ha cinquanta denti, mentre la ruota A ne ha soltanto dieci, egli è evi-

dente che una rivoluzione di B deve essere accompagnata da cinque rivoluzioni di A, poichè un egual numero di denti di ciascuna ruota deve necessariamente passare pel punto di contatto C nello stesso tempo.

Ora, negli orologi, uno degli intenti da raggiungersi è di far sì che certe ruote girino in una data numerica proporzione ad altre. Così quella sull' asse della quale è fermato l' indice a secondi deve fare sessanta rivoluzioni, mentre quella sulla quale è fermato l'indice dei minuti ne fa una. Ciò, se le due ruote fossero in contatto immediato fra di loro, otterrebbesi costruendo l' una con dieci denti e l'altra con seicento. Ma egli non è necessario nè conveniente che le due ruote agiscano così immediatamente l' una sull'altra. Due o più ruote o rocchetti possono essere interposti fra di esse, così che le loro relative velocità di rotazione risultino dalle relazioni combinate dei numeri dei denti od ale di tutte le ruote e rocchetti intermedj.

XXVI.

La fig. 8 rappresenta una ruota che agisce su di un rocchètto; questo meccanismo è di solito adottato quando debbasi convertire un lentissimo movimento di rotazione in un altro parecchie volte più rapido, *o viceversa*.

Fig. 8.

Una ruota ed un rocchetto vengono di spesso fissati sullo stesso asse a maggiore o minore distanza fra di loro. Il rocchetto in questo caso può muovere od esser mosso da un'altra ruota posta a certa distanza dalla prima; e questo meccanismo occorre di spesso negli orologi ed altri simili congegni.

Così, nella fig. 17, la ruota C fa muovere il rocchetto *d* che è fissato sullo stesso asse della ruota D. La ruota D muove il rocchetto *e* che spinge la ruota E sullo stesso asse, e la ruota E fa muovere il rocchetto *f*, che comunica il suo movimento alla ruota F e così di seguito. Da ciò rilevasi facilmente che, variando le combinazioni delle ruote e dei rocchetti, si potrà modificare in quel modo che si desidera la misura di rotazione, e questa trasmettere da asse ad asse secondo ogni proposta condizione.

XXVII.

In tutti questi casi gli assi, intorno ai quali producesi il movimento di rotazione, sono paralleli gli uni agli altri. In parecchi altri casi,

tanto negli orologi quanto in altri meccanismi, si ha bisogno di produrre un movimento di rotazione in un asse posto ad angoli retti con quello che deve trasmettergli il movimento.

Ciò si ottiene in modo assai semplice e curioso con l'uno o l'altro dei due espedienti, chiamati *ruota a squadra e corona.*

Il modo nel quale si ottiene lo scopo colle ruote a squadra è reso evidente dalla fig. 9. I denti in questo caso sono formati su di una superficie inclinata all'asse ad un angolo di 45°, e i due assi fanno per conseguenza fra di loro un angolo di 90°.

Fig. 9.

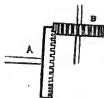



Fig. 10.

Nella ruota a corona A, fig. 10, i denti sono paralleli all'asse, e imboccano nei denti od ale di una ruota o rocchetto B, il cui asse è ad angoli retti con quello di A.

Nella costruzione degli orologi si adopera di preferenza la ruota-corona, riservandosi l'altra a più grandi rotismi.

XXVIII.

Si è di già detto che la forza motrice applicata agli orologi è un peso od una molla.

Se la forza motrice è un peso, questo è attaccato ad una funicella che avvolgesi intorno a un tamburo fissato sopra un asse orizzontale, su cui trovasi fermata anche la ruota che trasmette il movimento agli indicatori così che essa gira quando gira il tamburo.

Tale disposizione vedesi nella fig. 11 (1), nella quale A B rappresenta il tamburo, C D la ruota attaccata ad esso e mossa da esso, W il peso, che è la forza motrice, attaccato alla funicella E che avvolgesi sul tamburo A B. L'estremità F dell'asse del tamburo che si prolunga fuori del medesimo è quadrilatera così che può dar presa ad una

(1) Questo e molti dei successivi diagrammi sono stati copiati dall'eccellente opera: *Cours Elémentaire de Mécanique,* di Carlo Delaunay-Paris, Victor Masson, 1854, colla permissione dell'autore e dell'editore.

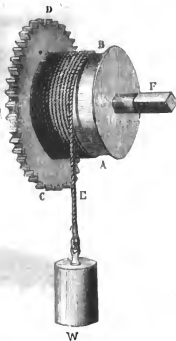
chiave che ad essa si applica e colla quale si fa girare, per avvolgere di nuovo la funicella sul tamburo, quando siasi svolta dal medesimo pel movimento discendente del peso.

La direzione nella quale la ruota C D è fatta girare dalla forza del peso che discende è indicata dalla freccia, e in questa direzione essa continuerà a girare finchè siasi svolta tutta la fune dal tamburo. Egli è allora che devesi applicare la chiave all'estremità quadrangolare F dell'asse del tamburo, e farla girare in direzione contraria a quella in cui il peso nel discendere fa girare il tamburo.

XXIX.

L'attento lettore rileverà senza dubbio, che caricando per tal modo l'orologio, anche le lancette gireranno in senso contrario; a meno che ciò non venga impedito da qualche particolare congegno; essendo evidente, che se la ruota C D, quando gira per la discesa del peso W, nella direzione della freccia, comunica alle lancette un movimento progressivo; il movimento impartito a C D, per l'ascesa del peso W, quando si carica l'orologio, deve necessariamente comunicare alle lancette un movimento in direzione contraria, vale a dire un movimento retrogrado.

Fig. 11.

A questo inconveniente si previene mediante il rotino e il nottolino attaccato l'uno al cilindro A B e l'altro al piano della ruota C D, l'azione dei quali è di permettere che il cilindro A B possa girare, quando si carica l'orologio, in direzione contraria a quella indicata dalla freccia, senza che giri nello stesso tempo la ruota C D; quando invece il cilindro A B gira per la discesa del peso W, nella direzione della freccia, il nottolino imboccando nei denti del rotino il movimento di A B vien trasmesso alla ruota C D, e da questa agli indici o lancette.

La forma e il modo di agire del rotino verranno spiegati più chiaramente fra poco.

XXX.

La forza motrice di un peso non può venire applicata agli orologi che quando si abbia lo spazio necessario per la libera ascesa e discesa di esso peso. Questa condizione è ovviamente incompatibile colle circostanze di un orologio da saccoccia, e in generale di tutti gli orologi portatili o di piccolo volume.

A questi, per forza motrice, si applica universalmente una molla, che è una stretta e lunga laminetta di acciajo ben temprato e ravvolta a spirale, come vedesi nella fig. 12. Ad una estremità A trovasi un occhiello pel quale questa estremità può venire attaccata o a un punto fisso o alla fascia del cilindro cui vuolsi che la molla comunichi il movimento. Nel centro della spirale introducesi un albero od asse, al quale si attacca l'estremità interna della molla. Supponendo che l'estremità A sia attaccata a un punto fisso, girando l'asse B (fig. 13) nella direzione indicata dalla freccia, la molla si ravvolgerà allora sempre più strettamente intorno all'asse A B, e i suoi giri esterni verranno separati gli uni dagli altri da spazj sempre maggiori.

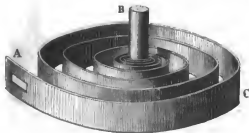



Fig. 12.

Fig. 13.

La molla così ravvolta intorno all'asse avrà una tendenza a svolgersi e a ricuperare il primiero suo stato, e se l'asse B fosse abbandonato alla reazione di essa e potesse liberamente girare riceverebbe dalla molla un movimento di rivoluzione in senso contrario a quello che erasi dato all'asse nel ravvolgere la molla, e tale movimento potrebbe venir comunicato ad una ruota fissata sullo stesso albero e da questo agli indici, allo stesso modo come se la ruota dell'asse ricevesse il suo movimento dalla forza di un peso.

XXXI.

Ma tra questa forza motrice e quella di un peso vi è un'ovvia differenza. La tensione della corda che sostiene il peso, e per conseguenza la sua azione nel far girare il cilindro, su cui essa corda è ravvolta, è sempre la stessa finchè l'orologio non sia del tutto scaricato. La forza motrice di una molla, al contrario, è soggetta a continua diminuzione di intensità. Dapprincipio, quando è completamente ravvolta, la sua intensità è massima, ma a misura del girare dell'asse B, essa si rilascia gradatamente, la sua intensità diviene sempre minore. La molla esercita, perciò, una forza continuamente decrescente sulla ruota fissata sull'asse, e quindi sugli indici ai quali il movimento è trasmesso.

XXXII.

Siccome una forza variabile sarebbe incompatibile con quella uniformità e regolarità che sono le condizioni più essenziali e caratteristiche di ogni forma di orologi, una tale molla sarebbe affatto inservibile se non si fossero trovati alcuni espedienti per togliere questa variazione.

Tali espedienti consistono in una catenella flessibile e in un corpo conico sul quale la catenella si avvolge, e che denominasi piramide.

Sì l'una che l'altro sono rappresentati dalla figura 14. La molla è attaccata per la sua estremità interna all'asse fisso A, e per la sua estremità esterna in E ad una fascia B, che può girare intorno all'asse fisso A. Una catenella è attaccata per una estremità alla fascia in E, e ravvolta parecchie volte intorno alla medesima; e per l'altra estremità, *e*, è attaccata alla più bassa scanalatura della piramide. Questa piramide è un tamburo fatto a cono, sul quale è fatta una scanalatura spirale continuata dalla base alla cima per ricevere la catenella. La base è una ruota dentata, per la quale il movimento comunicato

dalla molla e catenella alla piramide è trasmesso agli indici attraverso il congegno di ruote. La piramide è fissata su di un asse od albero DG, l'estremità inferiore del quale prolungantesi al di fuori attraverso il meccanismo dell'orologio, è fatta quadrangolare perchè dia presa alla chiavetta colla quale l'orologio vien caricato.

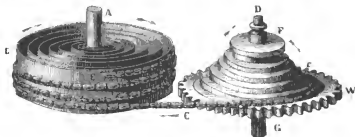



Fig. 14.

L'azione della molla trasmessa dalla fascia alla catena, e dalla catena alla piramide, tende a trasmettere alla piramide un movimento di rotazione nella direzione delle freccie. La piramide è connessa colla ruota W, mediante un rotino e nottolino, simili a quelli descritti nel caso in cui la forza motrice è un peso, e mediante i quali la piramide F, girando nella direzione della freccia, fa girare anche la ruota, ma non muove punto quest' ultima se essa piramide venga fatta girare in direzione opposta.

Ciò posto supponiamo che venga applicata la chiave all'estremità quadrata G dell'asse DG della piramide e sia fatta girare nella direzione contraria a quella indicata dalle freccie. La piramide allora girerà ma la ruota W non girerà con essa; la catena C darà alla fascia B un movimento di rivoluzione contrario alla direzione delle frecce, la catena si svolgerà gradatamente dalla fascia B, e si avvolgerà sulla scanalatura spirale della piramide ascendendo dall'una scanalatura all'altra, finchè l'intiera lunghezza della catena siasi svolta dalla fascia B, e ravvolta sulla piramide F, come vedesi nella figura 15.

Durante questo processo, l'estremità esterna della molla, attaccata alla fascia in E, gira colla fascia mentre l'estremità interna è fissata all'asse A, che non gira. In questo modo la molla viene sempre più strettamente ravvolta intorno all'asse A, finchè l'intiera catena sia passata dalla fascia sulla piramide e allora la molla si troverà ravvolta come vedesi nella figura 15, ed in questo stato l'intensità della sua forza elastica e la conseguente tensione della catena C stesa dalla fascia B alla piramide F è massima.

Caricato così l'orologio e abbandonato all'azione della molla, la tensione della catena C, diretta dalla piramide alla molla, farà girare la piramide nella direzione indicata dalle frecce. Questa tensione dapprincipio agisce sulla scanalatura più alta e più piccola della piramide. Di mano in mano che la catena dalla piramide si scarica

Fig. 15.

sulla fascia, la tensione gradatamente diminuisce in ragione del rilasciamento della molla, e nello stesso tempo la catena agisce su di una scanalatura sempre più grande della piramide. In questo modo la tensione della catena è continuamente diminuita, e il raggio della scanalatura su cui essa agisce è continuamente aumentato, finchè l'intera catena siasi svolta dalla piramide sulla fascia, nel qual caso l'orologio trovasi scaricato e si ferma.

Ora il potere della catena di comunicare un movimento di rivoluzione alla piramide dipende da due condizioni: dalla forza cioè della sua tensione, e dalla qualità della leva con cui questa tensione agisce sulla piramide. La leva è il semi-diametro della scanalatura, sulla quale è ravvolta la catena, al punto dove essa passa dalla piramide alla fascia. Anche senza gran cognizione della meccanica sarà facile il comprendere come richiedasi minor forza per far girare una ruota applicando questa forza a molta distanza dall'asse che non applicandola a piccola distanza dal medesimo. Da questo principio generalizzato segue che la forza della tensione della catena di impartire un movimento di rivoluzione alla piramide aumenta esattamente nella stessa proporzione nella quale aumenta la grandezza della scanalatura su cui la tensione agisce.

La forma data alla piramide è tale che di mano in mano che la catena svolgesi gradatamente da essa, il diametro della scanalatura su cui la catena agisce aumenta esattamente nella stessa proporzione in cui la tensione della catena diminuisce. Ne segue, perciò, che la forza della catena sulla piramide guadagna esattamente tanto per

l'aumento della sua leva quanto perde per la diminuzione della sua tensione, e per conseguenza essa rimane invariabile.

Mediante questo bello e semplice espediente si ottiene dunque una completa compensazione, e un effetto costante da una forza variabile. Non sarà inutile far osservare essere questa soltanto una particolare applicazione di un principio meccanico che è di una grande generalità. In ogni e qualunque caso, la quantità variabile di una forza motrice può essere resa uniforme interponendo fra questa e l'oggetto da muoversi alcun meccanismo, pel quale la leva semplice o composta, attraverso cui trasmettesi l'azione, abbia a variare nell'esatta inversa proporzione del variare della forza, aumentando cioè quando l'intensità della forza diminuisce e diminuendo quando l'intensità della forza aumenta.

XXXIII.

Qualunque sia la forza motrice, sia essa un peso od una molla, non controbilanciata e regolata, impartirebbe agli indici un movimento più o meno accelerato, e perciò inconveniente alla misura del tempo che richiede un movimento rigorosamente uniforme. Egli è perciò che la forza motrice deve essere controbilanciata e governata da alcun spediente da cui possa essere resa uniforme.

Si è di già spiegato come la combinazione del pendolo e dello scappamento sodisfi a questo scopo. Ma questo espediente richiede che l'orologio al quale è applicato non venga rimosso; la più leggera scossa altererebbe la mutua azione del pendolo e dello scappamento, e arresterebbe il movimento o guasterebbe permanentemente il meccanismo. Egli è evidente che un pendolo non solo non è applicabile a qualsiasi forma di orologi da saccoccia, ma che non può nemmeno servire ad uso della marina essendo le scosse accidentali cui andrebbe soggetto affatto incompatibili colla regolarità della sua azione.

L'espediente che è stato sostituito al sucitato e che corrispose sempre pienamente all'intento è la bilancia. Consta questa di una ruota o cerchietto denominato ciambella o bilanciere la cui circonferenza è congiunta al centro mediante tre o più asticciuole o raggi detti crociere come vedesi in ABC, fig. 16, e di una spirale posta sotto e parallela ad essa, e somigliante nella forma alla molla, se non che è più fina e leggiera, e di molto minor forza. Questa spirale è formata da un filo d'acciajo tempratissimo e finissimo per la quale ultima circostanza le fu dato, da taluni, l'epiteto di capillare. Un'e-

stremità di questa spirale è attaccata all'asse od albero della bilancia, e l'altra ad alcun conveniente punto fisso nell'orologio. Deviata dalla forma spirale che assume nello stato di quiete essa ha tendenza a riacquistarla. Se quindi dopo averla deviata l'abbandoneremo a sè stessa, ritornerà alla sua primiera posizione; ma giungendo alla medesima, avrà acquistata per l'elasticità una certa velocità e scatterà al di là della posizione normale ad una distanza da essa presso che eguale a quella alla quale fu tratta a forza in senso opposto. Essa allora scatterà indietro, ed oscillerà così dall'una all'altra parte della posizione di quiete, precisamente come fa un pendolo che oscilla dall'una all'altra parte della linea verticale che è la sua posizione nello stato di quiete.

Fig. 16.

XXXIV.

La ciambella connessa così con una molla a spirale è, come il pendolo, isocrona, cioè, compie tutte le oscillazioni — lunghe e corte — in tempi eguali. Si ricorderà che questa proprietà del pendolo dipende dal fatto che quanto più ampio è il campo delle sue vibrazioni tanto più intensa è la forza colla quale esso discende alla direzione verticale, e per conseguenza le più ampie vibrazioni si effettuano in tempi eguali alle più corte. Ora le vibrazioni della ciambella sono soggette alle stesse condizioni. Quanto più ampio è il campo delle sue vibrazioni, tanto più intensa è la forza colla quale l'elasticità della spirale la riconduce alla sua posizione di equilibrio, e per conseguenza essa compie le oscillazioni più ampie nello stesso tempo che compie le più brevi, nelle quali la forza della spirale è proporzionatamente meno intensa.

L'oscillazione del bilanciere o ciambella regola il movimento del rotismo degli orologi da saccoccia col mezzo di uno scappamento allo stesso modo col quale il pendolo regola il movimento degli orologi a pendolo. Le palette e lo scappamento sono però assai variamente foggiati nei diversi orologi.

XXXV.

Avendo così in generale spiegata la forza da cui gli orologi a pendolo e da saccoccia sono mossi e regolati, rimane ora a mostrare in

qual modo, mediante opportune combinazioni di ruote e rocchetti, questi movimenti siano trasmessi agli indici.

Nella fig. 17 (pag. 1), vedesi rappresentata la struttura di un ordinario orologio da saccoccia, mosso da una molla A, e regòlato dal bilanciere H; si è variata però la posizione delle ruote e dei rocchetti e si ommise la piramide, per mostrare più visibilmente le connessioni e la mutua dipendenza delle diverse parti. L'estremità esterna della molla è attaccata alla base O di un colonnino del castello. La sua estremità interna è attaccata all'estremità inferiore di un asse, la cui estremità quadrata, T, entra in un foro della mostra in cui si introduce la chiave quando vuolsi caricar l'orologio. Su quest'asse è fissato il rotino B, per cui girando l'uno gira anche l'altro; ma la ruota C sottoposta al rotino non è parimenti fissata sull'asse e questo può girare liberamente nel centro di essa. Un nottolino *n o* è imperniato sul piano della ruota C, e il suo punto *o* è compresso contro i denti del rotino B, da un'apposita susta. Quando si applica la chiavetta all'estremità T, e si gira nella direzione in cui si muovono gli indici, il rotino gira con essa, e il punto *o* del nottolino — compresso costantemente contro il rotino — cade, girando questo a ritroso, di dente in dente con un sensibile scricchiolio, producendo quel rumore particolare, noto ad ognuno, quando si carica un orologio. Durante questo processo la ruota C non gira coll'asse, passando quest'ultimo pel centro di essa senza aderirvi; ma la molla A, essendo attaccata all'asse, viene ravvolta sempre più strettamente intorno ad esso, e reagisce contro il punto fisso O con sempre maggior forza.

Se si introducesse nella figura la piramide che venne ommessa, essa occuperebbe il posto della molla, e verrebbe fatta girare dal suo asse impartendo una simile rivoluzione all'asse della molla mediante la catena.

Quando l'orologio è caricato, la reazione della molla, resa uniforme nella sua forza dalla piramide, imparte un movimento di rivoluzione al rotino B nella direzione della freccia. Per questo movimento il dente del rotino in cui è impegnato il punto *o* del nottolino, preme contro quest'ultimo e fa girare la ruota cui aderisce nella direzione della freccia.

I denti della ruota C imboccano in quelli del rocchetto *d*, che è fissato sull'asse *d*D. Sullo stesso asse è fissata la ruota D, così che la ruota D e il rocchetto *d* ricevono un movimento comune di rivoluzione dalla ruota C. Allo stesso modo la ruota D comunica un movimento comune di rivoluzione al rocchetto *e*, e alla ruota E; e la ruota E comunica un moto comune di rivoluzione al rocchetto *f* ed alla ruota F.

L'ultima ruota F ha quella forma così detta a corona, ed agisce sul rocchetto *g*, impartendo ad esso, e alla ruota di scappamento G, un moto comune di rivoluzione. Questa ruota di scappamento è regolata e controbilanciata dalle palette od altri congegni attaccati all'asse del bilanciere H, allo stesso modo che lo scappamento di un orologio a pendolo è regolato dall'âncora del pendolo.

Potrebbe domandarsi perchè si frammetta così lunga serie di ruote e rocchetti fra la molla e la bilancia? e perchè il primo rocchetto *d* non possa agire direttamente sullo scappamento? Lo scopo che si ottiene colla moltiplicazione delle ruote e dei rocchetti è quello che la molla, senza esigere a ciò un grande spazio, faccia fare un numero considerevole di rivoluzioni allo scappamento, avvegnachè altrimenti la molla sarebbe di subito rilassata, e l'orologio richiederebbe di essere caricato più di spesso. Così, per la disposizione suddescritta, mentre la molla fa girare una volta la ruota C, fa girare il rocchetto *d* e la ruota D tante volte quante il numero dei denti in C è maggiore del numero dei denti in *d*. Così che se in C il numero dei denti è dieci volte di più che in *d*, una rivoluzione di C ne produrrà dieci in *d* e D. In simil guisa se D ha dieci volte il numero dei denti di *e*, una rivoluzione di D ne produrrà dieci in *e* ed E, e così di seguito. In questo modo egli è evidente che una rivoluzione della prima ruota C, che trovisi sull'asse della piramide, potrà indurre nello scappamento G qualsiasi dato numero di rivoluzioni.

Le ruote che governano il movimento degli indici sono quelle che veggonsi tra la mostra e la cartella XY. La forza relativa della molla e della bilancia deve essere regolata in modo che la ruota D faccia una rivoluzione in un'ora. L'asse sul quale questa ruota è fissata passando pel centro dell'orologio, porta la lancetta dei minuti che perciò gira con esso facendo sulla mostra dell'orologio una completa rivoluzione in un'ora.

Sopra quest'asse della lancetta dei minuti è fissato un rocchetto *k*, che muove la ruota *l*, sull'asse della quale è fissato il rocchetto *m* che fa muovere una ruota *p*, attraverso il centro della quale passa l'asse della lancetta dei minuti senza che ad essa ruota aderisca. Questa medesima ruota poi porta un tubo per cui passa il detto asse pure senza aderirvi. Su questo tubo è fissato l'indice delle ore. Il rocchetto *k* perciò fissato sull'asse della lancetta dei minuti fa muovere la lancetta delle ore coll'intermezzo della ruota *l*, del rocchetto *m*, e della ruota *p*. Dovendo la lancetta delle ore fare una rivoluzione mentre quella dei minuti ne fa dodici, egli è necessario che il relativo numero dei denti di questa ruota intermedia sia tale da pro-

durre questo rapporto fra i movimenti delle lancette. Moltissime combinazioni adempiono a ciò, ma una delle più usuali è la seguente:

Rocchetto *k*	8	denti
Ruota *l*	24	»
Rocchetto *m*	8	»
Ruota *p*	32	»

Per questa combinazione *p* farà otto rivoluzioni, mentre *m* ed *l* ne fanno trentadue; o, ciò che è lo stesso, *p* farà una rivoluzione, mentre *m* ed *l* ne fanno quattro. Così pure, *l* farà otto rivoluzioni, mentre *k*, e perciò la lancetta dei minuti, ne fanno ventiquattro; o, ciò che è lo stesso, *l* farà quattro rivoluzioni, mentre *k* e la lancetta dei minuti ne faranno dodici. Ne segue, perciò, che *p*, e quindi la lancetta delle ore, farà una rivoluzione, mentre *k* e quindi l'indice dei minuti ne fanno dodici, che è la proporzione richiesta.

In questo caso non vi è la lancetta dei secondi: ma se vi fosse, il suo movimento sarebbe regolato in egual modo da ruote e rocchetti addizionali.

XXXVI

Il modo con cui la forza motrice di un peso, e la regolatrice di un pendolo vengono applicate in un orologio a pendolo per produrre il movimento delle lancette, non differisce per alcun importante riguardo dal suesposto. Ne esporremo quindi i dettagli che non possono mancare d'interesse. La serie di ruote che connettono il peso coll'áncora del pendolo è rappresentata dalla figura 18 (pag. 18).

La figura 19 poi rappresenta le ruote che più immediatamente governano il movimento delle lancette, e il pendolo colle sue appendici; il tutto veduto di fianco. Il peso W agisce mediante una corda su di un cilindro o tamburo come si è di già spiegato. Questo cilindro e il rotino col suo nottolino sono montati sull'asse della grande ruota C, come vedesi nella fig. 18, dove la loro fune e posizione sono indicate da tracce bianche. Il nottolino è attaccato alla ruota C mediante la vite N, e il suo punto O imbocca nei denti del rotino che è attaccato al cilindro su cui è ravvolta la fune. In questa figura è rappresentata anche la molla o susta che preme il nottolino contro i denti del rotino. Quando si carica l'orologio applicando la chiave all'estremità quadrata T (figura 19) dell'asse del cilindro, questo vien fatto girare in direzione opposta a quella

indicata dalle frecce, e il nottolino cade da un dente sull'altro del rotino producendo quel rumore di scricchiolio che odesi quando si carica l'orologio. Questo caricato, il peso agendo sul cilindro lo fa girare e con esso il rotino, un dente del quale urta contro il nottolino, cui si tragge addietro unitamente alla ruota C alla quale quest'ultimo aderisce. Questa ruota trasmette il movimento alla ruota di scappamento G, figura 17, attraverso la serie di ruote e rocchetti, *d*, D, *e*, E, *f*, F, e *g*, esattamente allo stesso modo che fu di già descritto (35); e il pendolo mediante l'àncora NN, regola il movimento nel modo descritto al numero 19.

Le ruote che più immediatamente governano e regolano il movimento delle lancette sono quelle che nella figura 19 veggonsi in fronte alla cartella XY.

Il pendolo consiste in un pesante corpo metallico, dalla sua forma chiamato lente, qual vedesi rappresentato, di fianco, in V nella figura 19, e di una verga metallica, RR', all'estremità della quale essa lente è attaccata. Questa verga o asta si raffigurò spezzata, perchè stesse nei limiti della tavola. Questa verga sospendesi in varj modi ma più di spesso, come vedesi nella figura, è sostenuta da due lamine elastiche di acciajo, SS', in modo da potere oscillare liberamente a destra ed a sinistra, e passa fra la biforcazione di una forchetta U colla quale termina una verga *rr'*, così che quest'ultima verga oscilla anch'essa a destra ed a sinistra col pendolo. Sull'asse di questa verga è fissata l'àncora N dello scappamento G.

XXXVII.

Sia che il movimento venga regolato da un pendolo o da una bilancia, egli è necessario di ricorrere ad alcuni artifici coi quali potere, a volontà ed entro certi limiti, aumentare o diminuire il campo delle vibrazioni, poichè anche ammettendo che il regolatore possa costrursi addirittura esattamente alla richiesta misura, esso andrebbe però egualmente soggetto a perdere di tempo in tempo quel grado di precisione, e a vibrare troppo presto o troppo lentamente per l'azione di varie cause perturbatrici.

Si è di già dimostrato, che le vibrazioni del pendolo rendonsi più o meno rapide o lente trasferendo il suo centro di gravità più o meno vicino o lontano dal punto di sospensione. Fondasi su questo principio, per mutare il ritmo della vibrazione. La lente V, fig. 19, è fatta in modo da potere scorrere in su e in giù sulla verga RR', ed è tenuta in sito da una vite. Il centro di gravità della lente V

può quindi essere trasferito più vicino al punto di sospensione SS', in modo da abbreviare il tempo delle sue vibrazioni, o rimosso più lontano da SS', in modo da proluugare questo tempo. Se l'orologio va troppo lentamente, il centro di gravità devesi portare più in su, se va troppo presto devesi abbassare.

Negli orologi da camino e da tavolo, il pendolo si regola in modo diverso. Di solito esso è sospeso ad un cordoncino di fili di seta, che può essere allungato ed accorciato, per quanto lo permette lo spazio limitato. Questo cordoncino è ravvolto su di un'asticella che mette capo all'esterno attraverso la mostra dell'orologio con una estremità quadrangolare sulla quale può venir applicata una chiave, che girata nell'una o l'altra direzione, allunga od accorcia il cordoncino.

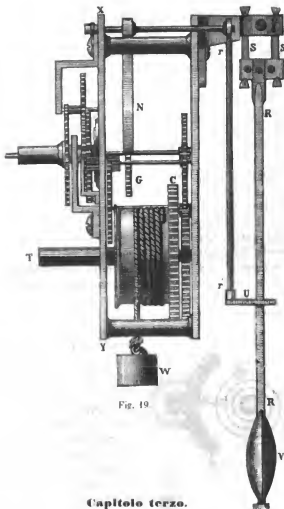



Fig. 19.

Capitolo terzo.

XXXVIII. Metodo di regolare il bilanciere. — XXXIX. Scappamento ordinario. — XL. Scappamento a cilindro. — XLI. Doppio. — XLII. A leva. — XLIII. Staccato. — XLIV. Meccanismo conservatore di un orologio mosso da un peso. — XLV. Di un orologio mosso da una molla. — XLVI. Peso o molla e pendolo e bilancia variamente combinati. — XLVII. Orologi e cronometri. — XLVIII. Cronometri per la marina. — XLIX. Cronometri stabili. — L. Soneria.

XXXVIII.

La misura di oscillazione del bilanciere non può essere colla stessa facilità regolata modificando la sua forma; ma, per compenso, mentre la forza che muove il pendolo, che è quella di gravità, è indipendente dal nostro volere, la forza invece che muove il bilanciere, che è quella di elasticità della spirale, è all'assoluta nostra disposizione. Egli è quindi col modificare questa spirale che noi possiamo regolare il tempo dell'oscillazione di questo regolatore.

Uno dei più comuni espedienti pel conseguimento di questo scopo, è rappresentato dalla fig. 20.

Vicino al nasetto, o punto fisso G della spirale, ed esternamente alla medesima, trovasi una piccola asticella E, in corrispondenza dell'estremità F della quale è praticato un incavo pel quale passa il filo della spirale. Questa piccola asta o dentino a forcella limita il movimento della spirale, così che l'unica parte di essa che oscilla è quella compresa fra F e la sua estremità interna. In una parola, il punto F è l'estremità virtuale esterna della spirale. Ora questo punto F può trasferirsi dall'una o l'altra parte, in modo da aumentare o diminuire a volontà la virtuale lunghezza della spirale; e ciò mediante il rastrello A B ed il ruotino del registro C, il qual ultimo gira se si fa girare la lancettina D. Se questa si fa girare a sinistra, il dentino a forcella E ed il punto F, son mossi verso G, e la lunghezza della spirale è aumentata; se si fa girare invece a destra, il punto F viene allontanato da G e la lunghezza della spirale diminuita.

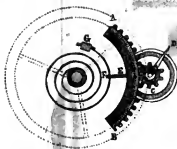



Fig. 20.

In questo modo, modificando la lunghezza della spirale, può regolarsi la misura o il tempo di vibrazione o di oscillazione del bilanciere.

XXXIX.

La precisione del movimento di ogni forma di orologi dipende in gran parte dal meccanismo dello scappamento, e perciò i meccanici

rivolsero ogni cura al suo miglioramento, imaginandone ed applicandone varie forme.

Lo scappamento rappresentato nella fig. 17 consiste in due palette, che sporgono dall'asse della bilancia ad angoli retti fra loro, una delle quali agisce alla sommità, l'altra alla base della ruota-serpentina G, l'asse della quale è orizzontale mentre essa ruota è verticale. Queste palette quando la bilancia oscilla, impegnansi alternativamente nei denti della serpentina allo stesso modo preciso delle palette dell'àncora negli orologi a pendolo. Questa forma di scappamento fu per lungo tempo la sola usata, e si usa ancora negli orologi più ordinarj.

Negli orologi e cronometri nei quali richiedesi maggior precisione vennero sostituite altre forme ancora più prefezionate.

XL.

Negli orologi da tasca molto schiacciati, si usa lo scappamento a cilindro, in cui l'asse della bilancia, invece di avere le palette, è

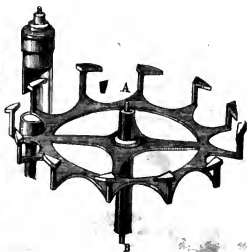



Fig. 21. Fig. 22.

formato a semicilindro, avente una specie di intaccatura, come vedesi in grande nella fig. 21. Il semicilindro *a b*, è intaccato in *c*, per circa la metà della sua altezza. L'asse A B fig. 22, della ruota

dello scappamento è verticale, e i denti di quest'ultima sono ad angoli retti al suo piano, e perciò paralleli al suo asse, ed hanno la forma particolare rappresentata dalla figura. Quando la bilancia oscilla il semicilindro imbocca alternamente nei denti della ruota dello scappamento, arrestandoli e lasciandoli scappare, come farebbero le palette. Il modo col quale quest'azione si effettua si comprenderà più chiaramente coll'ajuto delle figure 23, 24 che rappresentano la se-

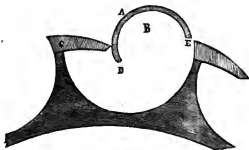



Fig. 23.

zione orizzontale del semicilindro e dei denti della ruota dello scappamento dopo ogni successiva oscillazione.

Nella fig. 23, la bilancia oscillando da destra a sinistra, spinge la parte convessa A D del semicilindro contro al dente C della ruota dello scappamento, e momentaneamente la arresta, mentre il lato A E del semicilindro si è ritirato dal cammino del dente precedente e lo

Fig. 24.

lasciò passare. La bilancia oscilla allora da sinistra a destra, e la parte convessa A D del semicilindro scivola via dalla punta del dente C. Il margine D del semicilindro, abbandonando la punta del dente, acquista un leggiero impulso, che ridona alla bilancia la pic-

cola quantità di forza che essa aveva perduto per la pressione del dente sulla sua superficie convessa.

La parte AE del semicilindro presentasi ora al dente C, la punta del quale essendosi avanzata per uno spazio eguale al diametro del semicilindro, viene ad urtare contro la superficie concava di A E, come vedesi nella fig. 24.

La bilancia oscillando ora di nuovo da destra a sinistra, la punta del dente C scivola sulla superficie concava del semicilindro A E, finchè arriva al margine E. Il dente allora scivola giù dalla superficie inclinata di E, dando al semicilindro e per conseguenza alla bilancia un'altro leggiero impulso, che ridona ad essa la forza di cui venne privata mentre il dente scivolava sulla sua superficie concava.

Dalla spiegazione del modo di agire di questa forma di scappamento scorgesi chiaramente quali siano le condizioni cui deve sodisfare qualsiasi altra forma di scappamento. Lo scopo di questi congegni è quello di regolare il movimento delle ruote, e di assicurare la sua uniformità. Per ottener ciò basta che i denti della ruota dello scappamento scappino, come abbiam veduto, uno solo per volta, ad ogni oscillazione della bilancia. In causa però dell'attrito dell'asse della bilancia e delle palette sui denti della ruota dello scappamento, e in causa della resistenza dell'aria, il campo delle oscillazioni sarebbe gradatamente diminuito, così che, da ultimo, esso non sarebbe più sufficiente a permettere il successivo passaggio dei denti dello scappamento, e l'orologio si fermerebbe, se non si fossero inventati alcuni espedienti pei quali la bilancia può ricevere dalla molla e immediatamente dalla ruota dello scappamento tanta forza quanta ne perde per le cause suaccennate. Questi espedienti consistono nelle forme particolari che si danno ai margini delle palette o del semicilindro ed ai denti della ruota dello scappamento. Nello scappamento a cilindro, lo scopo è raggiunto dando una forma arrotondata al margine D, e inclinata al margine E del semicilindro e dando ai denti la forma che vedesi nella figura.

Questa forma di scappamento somministra una forza regolatrice sufficiente per le migliori qualità di orologi da tasca, ed ha il vantaggio di occupare pochissimo spazio. È la forma più comunemente adottata negli orologi francesi e svizzeri.

XLI.

Nella forma di scappamento usata nei migliori orologi inglesi la ruota dello scappamento partecipa del doppio carattere di ruota a

sprone o a sega e di ruota a corona, e chiamasi perciò scappamento doppio.

I denti a sprone A, B, C, ecc. (fig. 25), sono simili nella loro forma e disposizione a quelli dello scappamento a cilindro descritto più sopra. I denti a corona *a*, *b*, *c*, ecc. prolungansi dal piano della ruota, ed occupano una posizione intermedia fra i denti a sprone. Sull'asse della bilancia appena al di sopra della ruota dello scappamento è fissata una paletta chiamata la paletta impulsiva che per la combinazione delle oscillazioni della bilancia e il progressivo movimento della ruota dello scappamento va ad urtare successivamente contro i denti a corona della suddetta ruota, ricevendo dalla loro reazione quando *scappano*, quel leggero urto che vale a mantenere sempre uniformi le oscillazioni della bilancia.

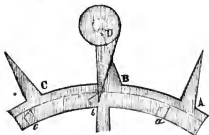



Fig. 25.

Sotto la palette e nel piano dei denti a sprone è collocato un piccolo cilindro, formato solitamente da pietra da rubino od altre pietre dure, avente un incavo da una parte, nel quale imboccano successivamente i denti a sprone. A norma che un dente a corona, *a*, per esempio, *scappa* alla paletta, il corrispondente dente a sprone, A, entra nell'intaccatura del cilindro, e questa alterna azione continua finchè l'orologio va. Scorgesi da ciò che la paletta e il piccolo cilindro nello scappamento doppio fanno lo stesso ufficio dei due margini del semicilindro nello scappamento a cilindro, e delle due palette nell'ordinario scappamento quale è rappresentato dalla fig. 17.

Il principal vantaggio di questo sistema stà nell' esservi una sola paletta e nel non richiedere l'azione di esso un'esecuzione così perfetta dei denti dello scappamento come la richieggono gli altri sistemi.

XLII.

Lo scappamento a leva è molto usato negli orologi da tasca inglesi. Una leva A B (fig. 26), con un'incavatura ad un'estremità, è attaccata all'àncora C. Una punta in *a*, sopra un disco D, sull'asse della bilancia, entra in questa incavatura ad ogni vibrazione, e la paletta *scappa* al dente dello scappamento E, ricevendo un impulso,

pel quale riacquista la forza perduta, lasciando un altro dente impegnato nell'opposta paletta. Siccome la leva è staccata dalla bilancia, eccetto per un istante, alla metà di ogni vibrazione, la quantità dell'attrito è piccolissima. Un altro vantaggio di questo movimento è che esso è poco soggetto a guastarsi, e quando ciò avvenga si aggiusta facilmente e con poca spesa, mentre gli scappamenti doppi e cilindrici sono dispendiosi a farsi, e non possono venir aggiustati che da abili operaj quali non si trovano di spesso, tranne che nelle metropoli o grandi città.

Fig. 26.

XLIII.

Nella classe degli orologi portatili usati nella navigazione, dove richiedesi la massima regolarità di movimento, si adottò una disposizione chiamata scappamento staccato. Questo sistema è rappresentato dalla fig. 27.

Sull'asse della bilancia è attaccato un disco, in cui havvi un'incavatura, *i*. Sul medesimo vi è un altro disco più piccolo, G, da cui

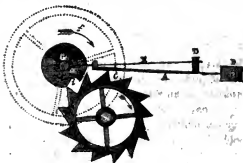



Fig. 27.

sporge un piccolo rialzo. Per le oscillazioni della bilancia l'incavatura *i*, e la punta o il rialzo oscillano alternativamente a destra o a sinistra. Una molla assai fina ed elastica, A, attaccata a un corpo fisso, B, termina in una parte sporgente, C. Al corpo D è attaccata un'altra fina molla, E, che si prolunga sino al margine del piccolo disco G. La parte sporgente C è collocata in modo che, quando la

molla A non è alzata, essa incontra un dente dello scappamento, ma quando la molla viene leggermente alzata, la parte sporgente permette al dente di passare. La molla E resta in una piccola inforcatura diretta dall'alto in basso dietro l'estremità ingrossata di A.

Supponiamo ora, che la bilancia oscilli da sinistra a destra. Il rialzo del piccolo disco G, venendo a urtare contro l'estremità della molla E, la solleva; e questa molla solleva la molla A, e perciò l'estremità ingrossata C lascia in libertà il dente cui dapprima arrestava. Lo scappamento quindi avanza, ma prima che il prossimo dente subentri al posto occupato dal primo, la bilancia oscilla indietro da destra a sinistra. La molla E cessa dal sostenere la molla A, la cui estremità ingrossata C, ritornando alla sua posizione di prima, incontra il successivo dente e lo arresta.

Al momento in cui la bilancia sta per incominciare la sua oscillazione da sinistra a destra, e l'estremità C sta per liberare il dente che è contro di essa, un altro dente trovasi contro la parete dell'intaccatura *i*, e quando lo scappamento è reso libero, e incomincia l'oscillazione della bilancia da sinistra a destra, il dente, premendo sulla parete dell'intaccatura *i*, dà al disco ed alla bilancia un impulso che è sufficiente a ridonare ad essa tutta la forza che aveva perduta nell'antecedente oscillazione. Eccetto in questo momento la bilancia, in questa forma di scappamento, è intieramente libera da ogni azione della molla.

XLIV.

Quando si carica un orologio, il peso o la molla non agiscono più sul rotino e il nottolino pei quali trasmettesi il movimento al rotismo dell'orologio. Il movimento delle lancette, durante il tempo occupato nel caricare, resta quindi sospeso, e per conseguenza se l'orologio va regolarmente, perderà tanto tempo quanto se ne impiega a caricarlo. Sebbene ciò, nei comuni orologi, non produca alcun sensibile inconveniente, per gli orologi però usati negli osservatorj e pei cronometri usati nella navigazione, nei quali richiedesi il massimo grado di regolarità, si inventarono de' congegni pei quali il movimento dell'orologio continua anche mentre si carica.

Questi congegni costituiscono il così detto: *Meccanismo conservatore.*

Uno dei più semplici, negli orologi mossi da un peso, vedesi rappresentato nella fig. 28. Il peso P, che è la forza motrice, è connesso con un altro peso molto più piccolo, *p*, per mezzo di una corda con-

tinua che passa sulla scanalatura di una serie di carrucole, A, B, C, e D, delle quali A e B sono mobili, e C e D fisse. La forza colla quale P discende è l'eccesso del suo peso su quello di *p*.

La carrucola C, essendo tenuta ferma dal nottolino E durante la discesa del peso P, e la corda non scivolando sulla sua scanalatura in causa dell'attrito, le parti *b a*, e *c d*, che discendono dalla carrucola C alle carrucole A e B, possono considerarsi come virtualmente attaccate a punti fissi in *b* e *c*, così che non possano discendere. Ora, discendendo il peso P, per la sua preponderanza su *p*, e venendo per conseguenza il peso *p* tratto in alto, la parte della corda *c d* deve passare per la carrucola B, la parte *e f* sulla carrucola D, e la parte *g h* per la carrucola A. In questo modo, quando il peso P discende, le parti *b a* e *g h* verranno gradatamente allungate a spese delle parti *c d* ed *f e*, che verranno in egual misura accorciate, così che il peso *p* verrà di tanto innalzato di quanto si sarà abbassato il peso P. Durante questo processo la ruota D gira costantemente, e con essa la prima ruota del rotismo che è fissata sul suo asse, e che attraverso di esso rotismo comunica il movimento alle lancette.

Fig. 28.

Quando si vuole caricare l'orologio si tira in basso colla mano la corda *c d*, così che la carrucola fissa gira, il nottolino E cadendo da un dente sull'altro finchè siasi tirato su il peso P e calato in basso il peso *p*. Le parti *g h* ed *f e* della corda non cessano per ciò dal subire la loro trazione, e la carrucola D continua a girare come prima per effetto della forza preponderante di P, che agisce sempre colla stessa intensità tanto ascendendo che discendendo.

È chiaro perciò come con questo artifizio, il movimento del rotismo e delle lancette non resti sospeso durante il tempo in cui si carica l'orologio.

XLV.

Se il meccanismo di un orologio è mosso dalla forza di una molla senza una piramide, come è rappresentato nella fig. 17, egli è evidente che il movimento, intanto che si carica l'orologio, deve restar sospeso, perchè il ruotino B, pel quale l'azione della molla è tras-

messa al meccanismo, non agisce più in allora sul nottolino *n o*. A questo inconveniente si può però in tal caso ovviare con un congegno semplicissimo. Invece di fermare l'estremità esterna della molla ad un punto fisso, la si attacchi internamente alla fascia di un tamburo, e a questa si attacchi la ruota C. Ciò facendo la fascia del tamburo girerà, anche nel frattempo in cui si carica l'orologio, per la reazione dell'estremità esterna della molla, e colla fascia girerà anche la ruota C che è attaccata ad essa, chiaro essendo come nel caricar l'orologio si agisca soltanto sull'estremità interna della molla.

Questo spediente è generalmente adottato in Francia e in Isvizzera per gli orologi da camera ed anche per quegli orologi da tasca in cui l'introduzione dello scappamento a cilindro (fig. 22) disobbliga il costruttore dal far uso della piramide.

Scorgesi chiaramente che in tali congegni, mentre la ruota C è attaccata alla fascia del tamburo, e per essa alla estremità esterna della molla, il rotino B invece è attaccato all'asse T B (fig. 17), e per esso alla estremità interna della molla.

Quando vi è una piramide, il ruotino essendo fissato sull'asse di questa, e non su quello del tamburo contenente la molla, questo metodo conservatore non è più applicabile. In tali casi si ottiene lo stesso effetto con due ruotini collocati sull'asse della piramide, aventi i loro denti e nottolini rivolti in direzioni opposte, uno di questi rotini venendo tratto in giro da una molletta, che entra in giuoco soltanto quando l'azione della molla rimane sospesa durante il tempo in cui si carica l'orologio.

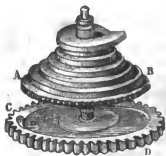



Fig. 29.

La piramide colla sua appendice quale è comunemente costrutta quando manca un meccanismo conservatore, è rappresentata dalla fig. 29, nella quale si vede la piramide, col rotino attaccato alla sua base, un po' sollevata dalla cavità della ruota dentata C D, nella quale il rotino dovrebbe trovarsi, per meglio mostrarne i rapporti. Sul margine di detta cavità trovasi il nottolino *n*, il quale è destinato a imboccare nei denti del rotino.

Quando si carica l'orologio, la catena passando dal tamburo alle scanalature della piramide, il rotino A B gira liberamente nella cavità, il nottolino *n* scattando di dente in dente, producendo quello scricchiollo di cui già si disse. Ma quando l'orologio funziona, la tensione della catena fa girare la piramide e il rotino attaccato da

essa in direzione contraria a quella di quando si carica, e il rotino imboccando nel nottolino *n*, fa girare la ruota C D, che comunica il movimento a tutte le altre ruote, che lo trasmettono alle lancette. Ora egli è evidente che quando si carica l'orologio, il nottolino *n* non imboccando più nei denti del rotino, nessun movimento verrà impartito a C D, e per conseguenza il movimento dell'intiero rotismo rimarrà sospeso.

Nella fig. 30 vedesi in qual modo si possa ottenere una forza conservatrice dalla combinazione di due rotini. C D è la ruota prima che trasmette il movimento a tutte le altre. Il rotino A è fissato alla base della piramide, e si muove con essa. Il nottolino *m*, compresso da una molletta contro i denti di questo rotino. è attaccato al secondo rotino B, così che quando il rotino A gira, colla piramide mossa dalla catena, nella direzione della freccia *f*, deve girare con esso anche il rotino B. Questo è connesso colla ruota C D mediante una molla semicircolare *a b c* attaccata alla ruota C D in *c*, e al rotino B in *a*. Il nottolino *n*, che imbocca nei denti del rotino B, è fissato sulla cartella dell'orologio.

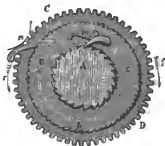



Fig. 30.

Quando l'orologio funziona, il rotino B si trae addietro la ruota C D, mediante la molla *a b c*, la quale, per la resistenza opposta dalla ruota C D e dal restante rotismo, è costretta a curvarsi di più di quello che sarebbe nel suo stato di quiete o di equilibrio. Supponiamo ora che debbasi caricare l'orologio. Il rotino A venendo fatto girare dalla chiave nella direzione della freccia *r*, il nottolino *m* cadrà di dente in dente, e non riceverà più alcun impulso dal rotino A, che perciò non farà più muovere il rotino B o la ruota C D. Ma la molla *a b c*, per l'elasticità di cui è dotata, tenderà ad allargarsi e a riporsi nel suo stato di equilibrio, nè potendo far retrocedere il rotino B, impedendolo il nottolino *n* che imbocca ne' suoi denti e lo arresta, continuerà a far avanzare, nella direzione della freccia *f*, la ruota C D, per tutto il tempo impiegato a caricare l'orologio.

XLVI.

Da quanto si disse rilevasi, che gli orologi in generale sono costrutti con l'una o l' altra delle due forze motrici, un peso discendente od

una molla, e con l'uno o l'altro dei due regolatori, un pendolo od una bilancia. Questi pezzi di meccanismo vengono variamente impiegati e combinati, a seconda della situazione e delle circostanze in cui si pone l'orologio, e dell'uso cui si destina.

Un peso discendente come forza motrice, combinato con un pendolo come regolatore, somministra le migliori condizioni cronometriche. Ma il peso non può essere impiegato che dove si può disporre di un sufficiente spazio verticale per la sua ascesa e discesa, e tanto il peso che il pendolo non sono applicabili che agli orologi che restano in una posizione fissa e stabile.

Negli orologi stabili, ma in luoghi ristretti dove non si può disporre dello spazio conveniente per la libera azione del peso, si applica come forza motrice la molla combinata col pendolo come regolatore. Gli orologi da sala offrono esempj di questa combinazione. L'altezza poi di questi orologi essendo limitata ne consegue che non si possano applicare ad essi che pendoli corti. I pendoli che oscillano a secondi dovendo avere la lunghezza di circa 39 pollici, non possono applicarsi che dove si può disporre di una considerevole altezza.

Fu dimostrato che le lunghezze dei pendoli sono nella proporzione dei quadrati dei tempi della loro vibrazione. Ne segue perciò che la lunghezza di un pendolo che vibra in un mezzo secondo, deve essere la quarta parte di quella di un pendolo che oscilla in un secondo, e poichè l'ultimo deve avere la lunghezza di 39 pollici, il primo dovrà avere la lunghezza di 9 pollici e 3/4. Un tal pendolo potrà quindi venire convenientemente applicato agli orologi da camino o da tavolo.

Il pendolo è un regolatore così esatto, e l'àncora dello scappamento lo rende così indipendente dalla variazione della forza motrice, che negli orologi dove esso è combinato con una molla si trovò inutile una piramide. In tali casi, perciò, l'asse della prima ruota è collocato nel centro della molla, come è rappresentato nella fig. 17.

XLVII.

Lo scappamento cilindrico, rappresentato nella fig. 22, è pressochè altrettanto indipendente dalla variazione della forza motrice, come lo è il pendolo, e perciò negli orologi comuni, costrutti con questa specie di scappamento, si fa a meno della piramide.

Nella classe degli orologi chiamati cronometri usati nella navigazione, e in generale in tutti i casi in cui, anche in un orologio da tasca, richiedesi la maggiore perfezione possibile, soglionsi riunire

tutti gli espedienti sucitati per assicurare la regolarità dell'azione, e per conseguenza lo scappamento staccato combinasi colla piramide e la molla.

Oltre a questi espedienti, nei più perfetti cronometri se ne mettono in pratica degli altri per prevenire gli effetti delle variazioni derivanti dall'espansione e contrazione del metallo componente la bilancia in causa dei cambiamenti di temperatura. Questi spedienti sono assai varj; ma in generale consistono in congegni pei quali l'espansione del margine del bilanciere avviene in modo che una parte più pesante riesca più vicina al centro, compensando così l'allontanamento di un'altra parte causato dall'espansione generale.

XLVIII.

I cronometri ad uso della navigazione sono di solito sospesi in una scatola su colonnette, simili a quelle che sostengono la bussola della nave. Le vibrazioni della bilancia sono di solito di un mezzo secondo, misura molto più lenta di quella degli orologi comuni. Questi cronometri sono di un'immensa utilità nella navigazione, e specialmente nei lunghi viaggi. (Vedi il Trattato *Latitudini e Longitudini*; Museo, vol. I.)

XLIX.

Negli osservatorj dove si possono usare orologi stabili, viene adottato invariabilmente l'orologio mosso da pesi e regolato da un pendolo. Il pendolo, in tali casi, è sempre costrutto in modo che la misura delle sue oscillazioni non possa venire alterata dalle variazioni di temperatura; il che ordinariamente si ottiene costruendolo di due diversi metalli, l'uno dei quali sia più espansibile dell'altro per l'azione del calore, e disponendo questi metalli in modo che l'espansione dell'uno innalzi il centro di gravità, mentre quella dell'altro lo abbassi, sicchè i due effetti si compensino l'un l'altro, e la misura di vibrazione rimanga la stessa, sebbene cangisi la temperatura.

L.

Negli orologi adatti agli usi domestico e pubblico, si desiderò che essi dessero notizia del tempo, non solo all'occhio ma anche all'orecchio; e a questo intento si aggiunse ad essi una campana, che suona a dati intervalli, il numero dei colpi essendo eguale a quello

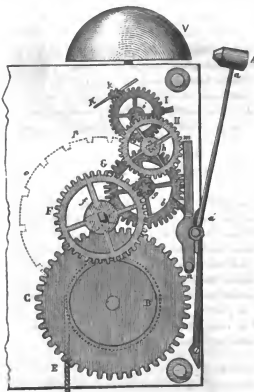
delle unità del numero esprimente l'ora. Quest' apparecchio è chiamato: *Soneria*.

La soneria sebbene connessa col meccanismo che muove le lancette, è affatto indipendente da esso, avendo la sua propria forza motrice e regolatrice, e il suo proprio sistema di ruote per le quali l'effetto della forza motrice è sottomesso al regolatore e trasmesso al martello della campana.

A differenza del meccanismo che muove le lancette, il meccanismo della soneria non è in moto continuo, ma è sempre in riposo, eccetto in quel momento in cui la campana suona. Questo meccanismo rimane arrestato da una specie di nottolino finchè le lancette non segnino una determinata ora, nel qual caso il meccanismo è posto in libertà dal ritiro del nottolino. Esso però non rimane libero che pel tempo necessario perchè il martello dia il necessario numero di colpi sulla campana, dopo di che il nottolino si impegna di nuovo nel meccanismo della soneria e lo ferma.

Fig. 31.

Alcuni orologi battono soltanto le ore; altri battono anche le mezze ore ed altri anche i quarti.

Il principio generale del meccanismo della soneria sarà reso intelligibile dalla fig. 31, che lo rappresenta quale è in un orologio comune mosso da un peso.

Il peso attaccato alla corda E fa muovere la ruota C, come abbiamo già veduto negli orologi senza suoneria. Questa ruota comunica il

movimento alla ruota ultima I, che corrisponde allo scappamento, mediante le ruote e rocchetti intermedj, *f*, F, *g*, G, *h*, H, ed *i*. La ruota I muove il rocchetto k, sull'asse del quale è fissato il regolatore K. Questo regolatore è un'ala che è rappresentata in grande nella fig. 32.

Il rocchetto mosso dalla ruota W, fa girare l'ala A A' B' B che consiste in una sottile lamina rettangolare di metallo, lungo la linea mediana delle cui superficie scorre il prolungamento M L dell'asse del rocchetto. Quest'ala, girando più o meno rapidamente, percuote contro l'aria che resiste ad essa con una forza che aumenta nella proporzione del quadrato della velocità della rotazione. Così, se la velocità di rotazione aumenta in ragione doppia, la resistenza ad A A' B' B aumenta in ragion quadrupla; se la velocità cresce in ragion tripla, la resistenza cresce in ragione nonupla, e così di seguito. Egli è evidente perciò, che, per questo rapidissimo aumentarsi della velocità, la resistenza al movimento del mecanismo deve presto divenire eguale alla forza discendente del peso, e allora il movimento diverrà uniforme; perchè se accelerasse la resistenza eccederebbe la forza del peso, e si allenterebbe la misura del movimento; e se ritardasse, la resistenza essendo minore della forza del peso, quest'ultimo accelererebbe il movimento, il quale nell'uno e l'altro caso diverrebbe immediatamente uniforme.

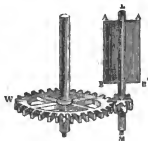



fig. 32.

Sul piano della ruota H (fig. 31) vi è un piccolo rialzo che poggia sull'estremità *m* di una leva *m n*, mobile sul centro *n*. La leva *m n*, quando è nella posizione rappresentata dalla figura, arresta il movimento della soneria. Posteriormente a questa leva havvi pure un rialzo che, nella posizione rappresentata dalla figura, imbocca in un'intaccatura della ruota *o p*, situata di dietro alla soneria, e indicata nella figura da una linea punteggiata. Sul margine di questa ruota trovasi una serie di simili intaccature praticate a distanze ineguali, nel modo determinato che indicheremo.

Sul piano della ruota G, trovasi una serie di punte sporgenti, ad eguale distanza le une dalle altre, e disposte circolarmente, le quali, quando la ruota gira, incontrano successivamente una leva *b*, imperniata su di un centro A'. Sullo stesso centro è fissato il manico *a a'* del martello A dal quale è percossa la campana V. Una

molla fissata sullo stesso centro *a'* fa restare la leva *b* nella posizione rappresentata nella figura, e la fa ritornare a quella posizione quando sia stata deviata dalle punte della ruota G. Il manico *a a'* del martello è elastico e provveduto anch'esso di una simile molla.

Quando la ruota G è fatta girare uniformemente dall'azione del peso E, regolato dall'ala K, le punte sporgenti dal piano della ruota G incontrano successivamente la leva *b*, ed innalzandola, spingono indietro il manico *a a'* del martello che è in connessione colla leva *b*. Quando la punta supera la leva *b*, quest'ultima scatta per l'azione della molla, e il martello A ricevendo lo stesso impulso percuote sulla campana V, da cui istantaneamente ritirasi per la sua elasticità e se la ruota G continua a girare, le sue punte incontreranno l'una dopo l'altra la leva *b*, e il martello A darà un colpo sulla campana ogni volta che la punta supera la leva.

La ruota H è costrutta in modo che fa una rivoluzione nell'intervallo fra due successivi colpi della campana, o, ciò che torna lo stesso, nell'intervallo fra i momenti in cui due successive punte superano la leva *b*.

Nel meccanismo che muove le lancette si è provveduto ad uno spediente pel quale, ogni volta che la lancetta dei minuti segna sulla mostra dell'orologio le ore dodici la leva *m n* ritirasi dalla posizione che occupa nella fig. 31 e l'estremità *m* lasciando in libertà il rialzo della ruota H, questa ruota e l'intiero meccanismo della soneria resta libero e mettesi in movimento. Nello stesso tempo il rialzo che abbiamo veduto trovarsi sulla leva *m n* ritirasi dall'intaccatura della ruota *o p*, per cui questa ruota mettesi anch'essa in movimento come tutte le altre parti della soneria.

Per ogni completa rivoluzione che fa la ruota H, il martello A batte un colpo sulla campana, e il movimento di H e dell'intiero meccanismo della soneria continuerà finchè l'estremità *m* della leva *m n* portisi di nuovo sotto il rialzo della ruota H. Durante il movimento, la leva *m n* è trattenuta indietro dal margine della ruota *o p* che agisce contro il rialzo della leva *m n*. Ma quando la ruota *o p*, girando, arriverà colla successiva intaccatura in corrispondenza del rialzo della leva, questo rialzo imboccherà nell'intaccatura, e l'estremità *m* della leva *m n*, portandosi sotto il rialzo della ruota H, arresterà il movimento del meccanismo.

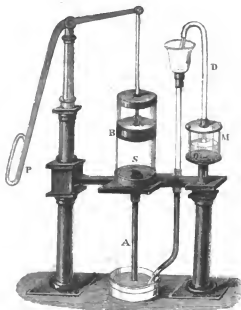
Ora, egli è evidente da quanto si è detto, che quando la leva *m n* si è ritirata dalla ruota H, finchè essa leva dura nella sua nuova posizione per l'azione del margine della ruota, *o p*, che sfrega contro il rialzo della leva, il meccanismo della soneria continuerà a muoversi

e il martello continuerà a battere sulla campana. Ma la durata di questo movimento dipenderà dalla maggiore o minore lunghezza dello spazio esistente fra le intaccature della ruota, *o p*; poichè egli è quando uno di questi spazii del margine della ruota sfrega contro il rialzo della leva, *m n*, che l'estremità *m* di essa leva è trattenuta indietro così che trovisi fuori dal cammino percorso dal rialzo della ruota H. Questi spazii fra le intaccature sono perciò proporzionati in modo, che la leva *m n* sia, ad ogni ora trattenuta indietro soltanto il tempo sufficiente perchè il martello batta sulla campana il numero di colpi dinotante l'ora e non più.

Il meccanismo per la battuta delle mezze ore e dei quarti d'ora è basato su principj simili.

Dott. G. Gorini.

LE TROMBE IDRAULICHE

Fig. 16.

Tromba premente.

I. Metodi più antichi di innalzar acqua. — II. La secchia. — III. Il tornio colla fune. — IV. Due secchi e una carrucola. — V. Maniera di applicarvi la forza animale. — VI. Come in questo congegno la fune si equilibri da sè. — VII. Tromba elevatoria. — VIII. Tromba elevatoria e premente mossa da una forza animata. — IX. Varie sorta di valvole. — X. Valvole a linguetta. — XI. Valvole coniche. — XII. Valvole sferiche. — XIII. Tromba aspirante. — XIV. Analisi del suo modo di operare. — XV. Tromba premente. — XVI. Idem con serbatojo d'aria. — XVII. Idem con cilindro massiccio. — XVIII. Tromba premente a doppio effetto. — XIX. Tromba da inaffiare i giardini. — XX. Tromba da incendio. — XXI. Tromba a catena. — XXII. Prosciugamento delle miniere.

I.

Siccome l'acqua è tra le cose più necessarie alla vita e, benchè abondantissima, pure non si trova sempre in quei luoghi dove le circostanze ci conducono ad abitare, così tra le più antiche invenzioni

fisico-meccaniche vediamo in tutti i paesi essere stata quella dei mezzi onde procacciarsela in quantità sufficiente e pura al possibile. E poichè le fonti mostravano assai chiaramente che negli strati inferiori della terra dovevano esistere sorgenti d'acqua, fu naturale il pensiero di forare gli strati superiori per giungere a quelle sorgenti, cioè di scavare i pozzi. Senonchè l'acqua alla quale si arriva con questi scavi rare volte s'innalza da sè fino alla superficie della terra: questa salita spontanea accade solamente in quelle profonde fontane che si chiamano pozzi artesiani; ma d'ordinario quando uno scavo arriva a trovar acqua, essa occupa il fondo di questo scavo, e vi si adagia senza alzarsi più in su. In tutti questi casi è dunque necessario qualche trovato per alzarla fino alla bocca del pozzo.

II.

Il più antico e più rozzo di questi trovati è quello di calare nel pozzo una secchia per mezzo di una corda, e cavare così l'acqua un secchio per volta. Se il pozzo non è molto profondo la corda può attaccarsi al braccio più lungo di una leva (fig. 1) in maniera

Fig. 1.

che, tirando abbasso il braccio più corto di detta leva, il secchio pieno viene estratto dalla cisterna. E questa è forse la più semplice ed imperfetta maniera che si usi per alzar acqua. Qualche cosa di men rozzo è una carrucola imperniata in saldi sostegni sopra la bocca del pozzo; alla quale carrucola è accavallata la corda, sicchè, lasciandola scorrere in giù, e poi ritirandola a sè, l'uomo lascia discendere il secchio vuoto nell'acqua, e poi lo tira in su pieno.

Ognuno intende che il lavoro di questo uomo non consiste unicamente nell'alzare il peso dell'acqua e del secchio che la contiene, ma

che una parte della forza va consumata nell'alzare la corda, la quale se il pozzo è profondo non è un peso spregevole, un' altra parte a curvare ogni momento la corda contro la gola della carrucola, e un'altra ancora nel superare l'attrito che la carrucola patisce girando sopra il suo pernio, ovvero il pernio girando ne' suoi occhielli.

III.

Poco più vantaggioso è il congegno di un tornio sovrastante al-apertura del pozzo (fig. 2), dove il secchio viene innalzato col girare il manubrio del tornio e così avvolgere a poco a poco la fune sul suo cilindro. Anche qui la forza deve manifestamente, oltre al secchio pien d'acqua, alzare il peso della fune, piegarla continuamente sull'asse del tornio, e vincer l'attrito del pernio negli occhielli.

Fig. 2.

In qualsiasi ordigno meccanico una delle prime cure da aversi è di evitare possibilmente tutto ciò che consumerebbe senza vantaggio una parte della forza motrice. Ora, nel caso di cui si parla è chiarissimo che la sola parte di forza motrice utilmente impiegata è quella che innalza il peso dell'acqua, mentre sono gittate ossia spese inutilmente 1.° La parte di forza che innalza il peso del secchio. 2.° Quella che innalza il peso della corda. 3.° Quella che incurva la corda nella gola della carrucola o sulla convessità del tornio. 4.° Quella che vince l'attrito del pernio negli occhielli. 5.° Quella che si adopera a tirare il secchio da una parte quando è giunto alla sommità, ed a versare l'acqua nel vaso che deve riceverla. 6.° Finalmente quella che si consuma per calare nuovamente il secchio nel pozzo onde riempirlo. Ora, se noi facciamo una stima di queste parti di forza che vanno perdute, troviamo che tutte insieme sorpassano di gran lunga quell'unica parte che si impiega propriamente allo scopo proposto, cioè a recar l'acqua dal fondo del pozzo alla superficie della terra.

IV.

Una di queste perdite ha facil rimedio in un piccolo artificio che si usa sovente; ed è quello di attaccare una secchia a ciascuna estremità della corda accavallata alla carrucola: imperocchè a questo

modo, intanto che la secchia piena va in su, quella vota va in giù, e ognuno intende che il peso di questa e di quel tratto di fune che essa si tira dietro scendendo compensano o equilibrano il peso del secchio pieno (del solo secchio) e di quel tratto di fune che ascende con esso; laonde la forza motrice non ha più da vincere altro che il peso dell'acqua, l'attrito, e la resistenza che oppone la corda a piegarsi.

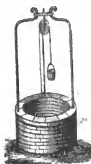



Fig. 3.

V.

La forza animata si può applicare a questo metodo di innalzar acqua mediante il congegno rappresentato nella fig. 4: e questo è l'uso più generale in Francia per adacquare le ortaglie nei dintorni delle grandi città. Due carrucole sono impernate a fianco l'una dell'altra al disopra del pozzo con tale intervallo che due secchi pendenti da esse possono passarsi vicino senza urtarsi. La corda che sostiene un dei secchi, dopo essersi accavallata ad una delle carrucole, si piega in direzione orizzontale, e va ad avvolgersi due o tre volte intorno ad un largo cilindro o tamburo verticale, che è infitto in un albero girevole poco lontano dal pozzo; dopo di che la corda retrocede al pozzo, si accavalla all'altra carrucola, e scende finalmente a sostener l'altro secchio.

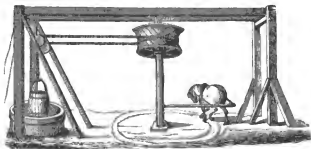



Fig. 4.

I manichi delle secchie, cioè quei ferri curvati a semicerchio ai quali si attacca la fune, non sono congiunti alle secchie medesime per due punti situati in sull'orlo, come si usa comunemente, ma bensì per due punti molto più bassi e appena al disopra della metà dell'altezza

del recipiente. E di qui nasce che quando i secchi sono pieni essi conservano con sufficiente stabilità la loro posizione verticale, ma quando sono voti riescono facilissimi da capovolgere, cosicchè al solo urtare nell'acqua si rovescian da sè, e così si riempiono.

L'albero verticale che porta il tamburo è munito di un'asta orizzontale assai lunga, alla quale viene attaccato un cavallo od un bue, cosicchè questo girando intorno fa sì che la corda si avvolga sul tamburo da una parte, svolgendosi intanto dall'altra, e con ciò un secchio è innalzato mentre l'altro è calato nel pozzo, e quando il primo giunge all'aperto il secondo arriva a dare il tonfo nell'acqua, e perciò a rovesciarsi, e ad empirsi. Allora il secchio che è giunto in alto viene votato versandosene l'acqua nel canale che deve riceverla, e l'animale viene attaccato all'asta accennata nella direzione contraria a quella di prima, sicchè girando ancora intorno fa discendere nel pozzo il secchio vuoto, e tira in alto il secchio pieno.

VI.

È manifesto che in questo congegno e in tutti i congegni somiglianti il peso della corda, considerato in tutta l'operazione, si equilibra da sè; perocchè ben è vero che quando il secchio pieno comincia ad innalzarsi il peso della fune è prevalente dal lato della resistenza, e quindi oppone un contrasto alla potenza; poichè la parte di corda che sale è più lunga della parte che scende: ma questa preponderanza va diminuendo mano mano che il moto continua, e finalmente quando i secchi s'incontrano cessa del tutto, perchè in quel momento la parte ascendente e la parte discendente sono eguali tra loro. E dopo di ciò la parte discendente comincia subito a farsi più lunga della parte ascendente, onde il peso della fune divien prevalente dal lato del vaso che scende, e così ajuta la potenza. Essendo poi questa seconda metà del movimento precisamente simile alla prima metà, s'intende che ad operazione compiuta la fune avrà restituito alla potenza col sussidio del proprio peso, tuttociò che le aveva tolto col contrasto del medesimo peso; onde è dimostrato ciò che abbiamo asserito, vale a dire che in simili ordigni il peso della fune si equilibra da sè.

La macchina sopra descritta è anche usitata in Francia per innalzar pietre da pozzi verticali che mettono a cave sotterranee, come pure per altre operazioni occorrenti nelle miniere.

VII.

Si abbia ora, invece del secchio colla fune, una canna che discenda nell'acqua del pozzo, e in questa canna vi sia uno stantuffo munito d'una valvola che si apra di basso in alto. Se lo stantuffo verrà mosso alla solita maniera su e giù, l'acqua entrerà nella canna, e sarà a poco a poco innalzata. Una macchina così congegnata dicesi tromba *elevatoria*, ed è rappresentata nella fig. 5; W è l'acqua, *c d* lo stantuffo, *u* la sua valvola disposta in modo da aprirsi unicamente verso l'alto. Quando lo stantuffo è tirato in giù, questa valvola si apre, e l'acqua passandovi attraverso occupa una parte della canna al disopra dello stantuffo; quando poi questo viene innalzato, ognuno intende che porterà in alto la colonna d'acqua sovraincombente, e che questa colla sua pressione terrà chiusa la valvola. Ma una seconda valvola *x* si trova alquanto più in su, p. e. in C D, e questa aprendosi lascia passare la colonna d'acqua, poscia, allorchè lo stantuffo si ferma per tornare da capo a discendere, essa ricadendo sulla apertura impedisce che l'acqua retroceda nel cilindro. A questo modo è chiaro che ripetendo più volte l'operazione la colonna d'acqua potrà essere spinta nella canna E F a qualsiasi altezza. La forza motrice deve manifestamente essere uguale al peso dell'acqua innalzata, più il peso dello stantuffo e dell'asta e del congegno di spranghe che serve a porlo in moto, più gli attriti.

Fig. 5.

VIII.

La fig. 6 rappresenta una tromba molto ingegnosa che a primo aspetto sembrerebbe affatto diversa dalla tromba elevatoria, e non di meno quanto al modo di operare è precisamente la medesima cosa. Il suo vantaggio è d'avere pochissimo attrito, e di potere esser mossa dal peso di un animale che vada camminando innanzi e indietro sopra un piano inclinato; che è forse il miglior modo di applicare la forza degli animali.

Sia D C una canna di legno rotonda o quadrata o di qualsiasi altra figura, la quale discenda in un pozzo o serbatojo di acqua fino ad una

profondità uguale alla distanza che vi è tra la superficie dell'acqua e il livello a cui vogliamo innalzarla. Se per es. D O è l'altezza a cui vogliamo portar l'acqua del pozzo, la profondità O C deve essere almeno uguale a D O. Sia L M un trave od altro corpo pesante sospeso ad una catena e capace di scendere pel suo proprio peso nell'acqua passando a tenuta d'acqua per l'apertura F E. Una valvola *v* copre un foro praticato nel fondo del tubo. L'acqua della cisterna colla sua pressione apre questa valvola ed entra nella canna di legno fino all'altezza O G che essa ha di fuori. Ora, la canna ha un breve tubo sporgente da un lato che mette in un tnbo verticale O N il quale alla cima si ripiega in K ed è destinato allo sgorgo: ma il passaggio dal tubetto G I al tubo E N è guardato da una valvola che si apre all'insù. Il corpo L M capisce comodamente nella canna D C, ossia vi è contenuto senza toccarne le pareti, onde può muoversi su e giù senza il minimo attrito, salvo quello dell'apertura F E ed anche qui lo si diminuisce al possibile per mezzo dell'unto. Imaginiamoci ora che il corpo L M venga lasciato discendere pel suo proprio peso nell'acqua che occupa la parte inferiore della canna; siccome la valvola *v* è chiusa, così l'acqua scacciata dal corpo L M sarà costretta ad alzarsi tra questo e le pareti della canna, poscia ad aprire la valvola I, ed entrare nel tubo E N. Se dopo ciò L M vien tratto in alto, la valvola I si richiude, e così l'acqua entrata in E N non può più retrocedere. Intanto l'acqua della cisterna riapre la valvola *v*, e sorge nuovamente nella canna fino all'altezza G. Lo stantuffo scendendo un'altra volta spinge una seconda quantità d'acqua nel tubo E N, e così discorrendo.

Fig. 6.

Nella fig. 7 si scorge come il peso di un uomo o di altro animale possa mettere in movimento una simile macchina.

Vi sono due trombe della specie descritta, (e quando lo stantuffo di una si abbassa, l' altro si innalza. Da ciascheduna parte v'è un tubo, e questi due tubi mettono entrambi in un medesimo tubo verticale che è quello destinato allo sgorgo: e siccome intanto che una tromba è inoperosa l'altra lavora, così lo sgorgo riesce continuo. Un uomo cammina innanzi e indietro sul piano inclinato, e portando così il proprio peso or da un lato or dall'altro del pernio, fa che ora quello ora questo degli stantuffi alternamente si innalzi.

IX.

In ogni sorta di trombe s'incontrano quegli ordigni che si chiamano valvole, sarà dunque bene spiegarne qui brevemente le specie principali.

Fig. 7.

Le valvole si potrebbero definire generalmeute come ordigni i quali permettono all'acqua o ad altro fluido di passare in un certo verso per una canna o per un'apertura, ma impediscono che passi nel verso contrario. E la loro costruzione è siffatta che il fluido medesimo col premerle da una parte non fa che serrarle viemeglio, ma col premerle dall'altra parte le apre.

In tutte quelle trombe nelle quali l'acqua deve salire è chiaro che le valvole dovranno esser tali da aprirsi verso l'alto, e chiudersi verso il basso.

In quanto alle forme particolari, ve n'ha di più sorte.

X.

La valvola a linguetta somiglia al coperchio di una cassa (fig.8); perchè è impernata sopra una specie di arpione, e si apre all'insù, ma quando l'acqua la preme verso il basso, si richiude.

Ve ne ha di semplici e di doppie: la semplice si fa con un disco di metallo un poco più grande del foro pel quale deve servire: questo disco nella sua faccia inferiore è rivestito di pelle, e sulla pelle, precisamente in mezzo, è attaccato un altro disco di metallo; ma questo poi è più piccolo dell'apertura, in maniera che tra il contorno del disco minore e quello del maggiore rimane un margine di pelle: e questo, per la cedevolezza ed elasticità della pelle, giova moltissimo a chiudere esattamente il foro; oltre a ciò la pelle ha da una parte un piccolo prolungamento il quale è attaccato sul labbro dell'apertura, e per esser pieghevole fa le veci di arpione. Simili

valvole vengono aperte dalla pressione medesima del fluido che vi deve passare; e vengono chiuse dal proprio peso, e ancor più fermamente dalla pressione del fluido che cerca di retrocedere.

Si può domandare quanto devano aprirsi le valvole di questa specie? la risposta è che devono aprirsi tanto da lasciare tra sè e l'apertura uno spazio equivalente alla apertura medesima: e ciò si ottiene generalmente quando si aprano 30 gradi incirca, ossia in modo da comprendere col piano dell'apertura un angolo eguale ad una terza parte d'angolo retto.

La valvola a linguetta doppia si fa con due mezzi dischi, cioè con due lamine tagliate in forma di semicerchio, le quali hanno le loro cerniere in sui diametri di questi semicerchi, come apparisce nella figura 9.

Fig. 8. Fig. 9. Fig. 10.

Tra le valvole destinate ad esser mosse in direzione perpendicolare al piano dell'apertura la più semplice è un disco di metallo poco più grande dell'apertura e così levigato inferiormente da chiudere a tenuta d'acqua l'apertura medesima per il semplice combaciamento col labbro di questa. Affinchè nell'alzarsi e nel ricadere l'animella non possa forviare dalla direzione verticale, gli artefici sogliono attaccarle nel centro una piccola asta, la quale passa in un foro praticato al crocicchio di due liste di metallo che attraversano l'apertura della valvola disopra o disotto o da entrambe le parti.

XI.

Ma le più comuni tra tutte le valvole di questa classe sono le valvole coniche (fig. 10). L'esperienza ha provato che l'angolo più conveniente per l'animella conica e quindi anche per l'orifizio che la riceve è il semiretto o di 45 gradi; poichè facendo un angolo maggiore, ossia tagliandola più in isbieco, la faccia superiore dell'animella occuperebbe senza vantaggio un maggior posto nel piano dove è praticata l'apertura: e facendo un angolo minore l'animella andrebbe soggetta a rimanere come confitta nell'apertura. L'area o sezione del vano entro al quale si muove la valvola deve essere

almeno doppia di quella della faccia superiore dell'animella; e questa deve potersi alzare per uno spazio eguale ad una quarta parte del diametro dell'anzidetta faccia superiore per lo meno.

XII.

Fig. 11.

Si comprendono in questa classe anche quelle valvole meno usitate che hanno la forma di sfere o di emisferi (fig. 11): entrano anch'esse in aperture coniche, e generalmente vengono anch'esse aperte dal fluido e chiuse dal proprio peso.

XIII.

Gli ordigni da innalzar acqua che abbiamo descritti più sopra sono molto inferiori in bontà alla tromba comune che vediamo non solamente nei luoghi destinati all'industria, ma in quasi tutte le case, e che vien nominata *tromba aspirante.*

Fig. 12.

La fig. 12 mostra uno spaccato di questa utile macchina. Essa consiste in una canna, S O, che scende nell'acqua più o meno, purchè l'intiera sua lunghezza non passi 32 piedi. Alla estremità superiore di questa canna, che si chiama la canna d'aspirazione, è attaccata una grande siringa la quale opera precisamente a quel modo che fa una siringa ordinaria.

Da principio la canna S E è piena di aria fino al livello dell'acqua, onde il primo effetto della siringa è di estrarre gran parte di quest'aria dalla canna S E. Ma quando l'acqua della conserva si trova così meno premuta di prima in quella sua parte che è dentro la canna, il peso dell'atmosfera che la preme incessantemente in tutte le altre parti della sua superficie la sforza a salire in essa. E di mano in mano che la siringa va cavando aria, l'acqua continua a salire, sicchè finalmente arriva alla valvola x. E siccome questa è fatta in modo da aprirsi solamente in su, così l'acqua non ricade, perchè il suo peso non fa anzi altro se non serrare la valvola. Quando poi il cilindro A C comincia ad essere occu-

pato dall'acqua, la siringa cessa di lavorare come siringa, e comincia a lavorare come una tromba elevatoria (vedi numero 7). Imperocchè, ogni qual volta lo stantuffo discende, la valvola x è chiusa, la valvola v si apre, e l'acqua passa disopra: ed ogni qual volta ascende, la valvola v si richiude, e l'acqua che è passata disopra viene spinta in alto.

Frattanto la pressione atmosferica operando sull' acqua della conserva, farà salire nuova acqua nel tubo di aspirazione e quindi nel cilindro, e così discorrendo.

La pressione atmosferica è capace di sostenere una colonna d'acqua alta 32 piedi o poco più. Per conseguenza una tromba di questo genere non avrà effetto se lo stantuffo si troverà alto più di 32 piedi dal livello della conserva, perchè al di là di 32 piedi l'acqua non potrà seguitarlo.

Ne viene pure di conseguenza che la tromba aspirante non ha alcun vantaggio meccanico sulla tromba elevatoria se non quello di risparmiare un pezzo lungo 32 piedi dell' asta che serve a muovere lo stantuffo.

Veramente a prima giunta sembra che la pressione dell'atmosfera, poichè ha forza di sostenere una colonna d'acqua nel tubo di aspirazione, debba ajutare la forza che pone in moto la tromba, e procacciare così un risparmio. Ma se esaminiamo debitamente tutte le forze che operano in questo fenomeno, vedremo che questo è un inganno.

XIV.

Di queste forze alcune sono dirette in giù, cioè dalla sommità della colonna liquida verso il fondo della conserva, ed altre sono dirette in su: di modo che la potenza meccanica applicata allo stantuffo ha da vincere la differenza tra le forze dirette verso il basso e quelle dirette verso l'alto. Figuriamoci ora una colonna d'acqua che, dopo esser passata per la valvola v, si trovi disopra allo stantuffo. La superficie libera o superiore di questa colonna è premuta dal peso dell'aria atmosferica, e perciò lo stantuffo deve sostenere questo peso ed oltre di ciò quello dell'acqua che gli sta sopra. Ben è vero che l'atmosfera preme anche l'acqua del pozzo o della conserva, e che questa pressione si trasmette per mezzo dell'acqua alla faccia inferiore dello stantuffo, e lo spinge verso l'alto: ma bisogna notare che questo effetto è diminuito dal peso di quella colonna d'acqua che rimane compresa tra la detta faccia inferiore dello stantuffo

ed il livello dell'acqua nella conserva. Imperocchè la pressione atmosferica ha innanzi tutto da sostenere questa colonna d'acqua, e non può spingere in su lo stantuffo se non con quel tanto di forza che le rimane dopo aver somministrata la forza occorrente a sostenere questo peso. Per conseguenza lo stantuffo si trova da questo lato in quella medesima condizione come se fosse spinto in su dalla pressione atmosferica, ma nel medesimo tempo tirato in giù dal peso della colonna d'acqua che è sollevata tra lo stantuffo e la conserva. Cosicchè raccogliendo il tutto in breve noi possiamo considerare lo stantuffo come spinto in giù dalla pressione atmosferica, dal peso dell'acqua che gli sta sopra e dal peso di quella che gli sta sotto fino al livello della conserva: e nel medesimo tempo come spinto in su dalla pressione atmosferica che l'acqua della conserva gli trasmette. Ora quest'ultima pressione atmosferica toglie l'effetto della prima, sicchè a conti fatti gli è come se non vi fosse pressione atmosferica: ma rimangono i due pesi nominati, e si conchiude che lo stantuffo può considerarsi come spinto in giù dal peso dell'acqua sovrastante e sottostante (fino al livello del pozzo), cioè dal peso di tutta l'acqua che fu sollevata.

Apparisce di qui che la tromba deve esser mossa da una forza eguale al peso di tutta l'acqua che essa contiene, ed è manifesto l'inganno di credere che la pressione atmosferica ajuti la forza motrice.

Dalle fatte descrizioni è assai chiaro che l'operazione di una tromba nell'alzar acqua è intermittente: intermittente dunque sarebbe anche il getto d'acqua ch'essa fornisce, e ciò riuscirebbe sovente dannoso.

Per evitar questo danno si può aggiungere alla sommità del cilindro un largo recipiente, come è rappresentato nella figura 12. Sulle prime la tromba spinge l'acqua in questo recipiente con tale abondanza che lo sgorgo non è sufficiente a consumarla, e perciò essa va alzandosi nel recipiente medesimo. Ma siccome, quanto più l'acqua s'innalza tanto più le sue parti inferiori si trovan premute dalle superiori, e quanto sono più premute tanto più velocemente sgorgano per il canale, così il vaso M N non si empie già tutto, ma solamente sino a tal segno che l'efflusso dell'acqua uguagli precisamente la quantità che viene introdotta in un medesimo tempo per opera della tromba. L'acqua cesserà dunque dall'innalzarsi entro al vase M N; ma non per questo resterà assolutamente immobile, bensì andrà alcun poco movendosi o come oscillando su e giù mentre la tromba lavora. Imperocchè quando lo stantuffo discende, è chiaro che l'acqua seguita a sgorgare dal canale senza che la tromba ne mandi altra nel vaso M N; onde necessariamente il

livello di M N deve abbassarsi: e quando poi lo stantuffo si alza, porta in su acqua, il vaso M N riceve più di quello che possa versare, e quindi il livello bisogna che si alzi. Ma se l'ampiezza del vaso M N sarà molto maggiore della sezione del cilindro, queste variazioni di livello riusciranno proporzionatamente minori, poichè quell' acqua che è spinta in su da un colpo di stantuffo spargendosi in un recipiente molto più largo, occuperà un'altezza molto più piccola: e così pure mentre lo stantuffo discende, benchè sghorghi una delle quantità d'acqua eguale all' anzidetta, pure, in grazia della larghezza del recipiente, quest'acqua perduta farà diminuire pochissimo il livello. Laonde l' efflusso riuscirà, se non costante precisamente, almeno uniforme e regolare quanto può bastare in pratica.

La fig. 13 rappresenta il modello operativo di una tromba aspirante come si usa nelle scuole di Fisica sperimentale. P P' è il manubrio che alza ed abbassa l'asta dello stantuffo. Il cilindro è di vetro perchè possa vedersi di dentro lo stantuffo e le valvole S, *o*, che si aprono verso l' alto.

Fig. 13.

XV.

Altra forma di tromba è quella denominata *tromba premente*, che ha varj vantaggi, ed è molto usitata. L'abbiamo rappresentata nella fig. 14. Il cilindro ed il tubo d' aspirazione C E sono simili a quelli della tromba aspirante, ma lo stantuffo *c d* è massiccio, ossia non ha alcuna valvola.

Il tubo di elevazione G H è munito alla sua base *e f* di una valvola V' fatta in modo che si apre in sù. Quando lo stantuffo *c d* viene alzato, la valvola V è aperta, e l'acqua sorge dal tubo di aspirazione nel tubo di elevazione. Quando poi lo stantuffo è spinto abbasso, la valvola V si richiude, e l'acqua è costretta ad aprire la valvola V', e salire nel tubo di elevazione. A questo modo, finchè il lavoro continua, ogni volta che lo stantuffo si alza, sale acqua dal

pozzo nel corpo di tromba, ed ogni volta che quello si abbassa, la medesima acqua dal corpo di tromba è spinta nel tubo di elevazione.

XVI.

Per ottenere anche nelle trombe prementi uno sgorgo continuo si usa munirle d'una cassa d'aria. Questo ordigno è espresso nella fig. 15. Allorchè lo stantuffo discende, l'acqua che passa per la valvola V, invece di entrare senz'altro nel tubo di elevazione, entra in un vaso

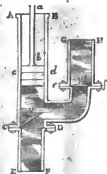



Fig. 14.

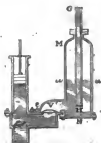



Fig. 15.

M N tutto chiuso e pieno d'aria. Il tubo di elevazione G H discende in questo vaso, e termina a poca distanza dal fondo. Ora l'acqua che viene spinta in M N s'innalza quivi a poco a poco giacchè per V non può retrocedere: innalzandosi ella comprime l'aria del vaso, questa per la sua elasticità reagisce, e la costringe ad alzarsi nella canna di elevazione tanto maggiormente quanto è più compressa. Finalmente l'acqua giunge alla sommità del tubo H G, e sgorga di là con velocità uniforme.

La tromba premente colla sua cassa d'aria, come sogliono costruirsi per le scuole, è rappresentata nella fig. 16. L'acqua che sgorga continuamente dal tubo di elevazione ritorna per un altro tubo al recipiente inferiore donde è nuovamente cavata per opera della tromba.

XVII.

Nella tromba premente, siccome grande è la pressione dell'acqua contro lo stantuffo, così è di somma importanza che questo combaci

esattissimamente coll' interna parete del cilindro. Per ciò allo stantuffo solito si preferisce quello della forma rappresentata nella fig. 17, cioè una grossa asta di metallo P passante per un' apertura A B imbottita di cuojo, nella quale può scorrere agevolmente bensì, ma peraltro a tenuta d' aria e di acqua, per essere unta di olio o di sego. Quando tale asta s'innalza, lo spazio ch' essa abbandona viene occupato dall'acqua che entra per la valvola V, e quando scende, quest'acqua è scacciata dal cilindro e costretta a salire nel tubo di elevazione.

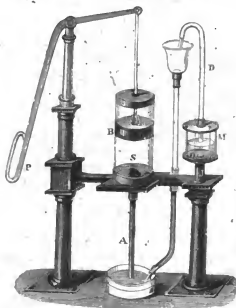
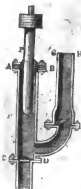



Fig. 16. Fig. 17.

XVIII.

Chi ben consideri la tromba premente, fig. 16, scorgerà che l'operazione dello stantuffo è affatto diversa da quando sale a quando scende. Perocchè mentre sale esso aspira l'acqua dalla conserva nel cilindro, e quando scende spinge l'acqua dal cilindro nel tubo di elevazione. Ora, poichè lo stantuffo è massiccio, e non ha valvole, la sua faccia superiore potrebbe servire al pari dell'inferiore per questa operazione di spingere l'acqua. Anzi di qui sorge l'idea che si potrebbe forse spingere ed aspirare contemporaneamente ; cioè, che mentre lo

stantuffo dalla parte disotto cava acqua dal tubo di aspirazione, potrebbe dalla parte disopra, cioè colla faccia superiore, spingere altra acqua nel tubo di elevazione: e quando poi discende farebbe il contrario, cioè la faccia inferiore spingerebbe acqua nel tubo di elevazione, e la superiore ne caverebbe dell'altra dal tubo di aspirazione. È pur facile intendere che il tutto sta nel chiudere il cilindro alla sua sommità, facendo che l'asta dello stantuffo ne attraversi il coperchio a tenuta d'aria, e che i tubi d'aspirazione o di elevazione mettano anche nella sommità del cilindro come già mettono nella sua parte inferiore.

La fig. 18 rappresenta una tromba così congegnata. In F e in E vi sono due valvole, ed entrambe si aprono verso l'alto: quando lo stantuffo sale, si apre la valvola F, e l'acqua entra nel cilindro sotto allo stantuffo: quando poi questo discende, F si richiude, e l'acqua premuta apre la valvola C, e invade il tubo C G. Nel medesimo tempo si apre anche E, ed entra nel cilindro disopra allo stantuffo, di modo che quando questo risale, siccome E si richiude, così l'acqua sovrastante è costretta ad aprire la quarta valvola D, e ad entrare anch'essa nel tubo di aspirazione. In tal maniera ognuno vede che il tubo di aspirazione riceve acqua dal cilindro senza alcuna interruzione, e così il cilindro dalla conserva: e per rimanerne persuasi basta considerare che l'una o l'altra delle valvole E, F deve sempre essere aperta, poichè se lo stantuffo si abbassa, E è aperta ed F chiusa, e se si alza, è chiusa E ma è aperta F. Dall'una o dall'altra valvola entrerà dunque sempre acqua nel cilindro. Parimente ne entrerà sempre nel tubo di elevazione, perchè è sempre aperta l'una o l'altra delle valvole C, D.

Fig. 18.

XIX.

La tromba da inaffiare i giardini rappresentata al principio di questo Articolo è una tromba premente a semplice o doppio effetto, la quale slancia un zampillo d'acqua sopra il terreno che si vuole irrigare.

XX.

La tromba da incendio è una tromba premente a doppio effetto che può ben dirsi una tromba doppia, perchè è composta di due

trombe prementi associate. La fig. 20 ne esprime la struttura ordinaria. Gli stantuffi *a*, *a* sono alternamente spinti in giù sopra

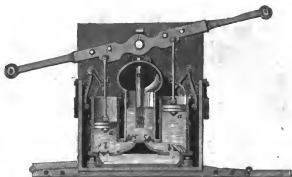



Fig. 20.

l'acqua che si è introdotta nei cilindri a quel modo che abbiamo spiegato: quest'acqua è così cacciata a forza nella cassa d'aria: quest'aria così compressa reagisce con altrettanta forza, e caccia per il tubo *d* l'acqua in una lunga e pieghevole canna di cuojo, alla cui estremità è avvitata una canna di metallo che serve al zampillo. Gli uomini dirigono questa canna sull'edifizio che arde, e fanno cadere così un incessante zampillo sul fuoco a fine di estinguerlo.

XXI.

Ricorderemo altresì una specie di tromba aspirante chiamata *tromba funicolare,* la quale è usitata per cavar acqua dalla sentina delle navi da guerra e degli altri grandi vascelli. Consiste in una fune perpetua, o corda senza fine, accavallata a due carrucole, delle quali una è sul ponte del bastimento alquanto più in alto del livello al quale si deve scaricar l'acqua; e l'altra è al fondo della sentina.

La fune porta una serie di dischi orizzontali posti l'uno al disopra dell'altro a breve intervallo, e questi portano l'acqua in alto, e la spingono in un tubo verticale situato presso al tratto ascendente della corda. L'acqua arriva così ad una conserva collocata sul ponte, e di qui per un'ampia canna sbocca nel mare. Generalmente la macchina ha due cilindri verticali, uno dei quali contiene il ramo ascendente della corda, e l'altra il ramo discendente. A metterla in movimento serve un tornio attaccato alla carrucola superiore; il quale è così costruito

che vi si possono applicare più uomini nel medesimo tempo. E nelle grandi navi queste trombe sono di tale grandezza, che possono cavare una tonnellata d'acqua al minuto.

XXII.

Ma la più grandiosa applicazione delle trombe è quella che se ne fa al prosciugamento delle miniere. Quivi la forza animata riesce al tutto insufficiente, e bisogna ricorrere alla potenza del vapore; ed anche questa vuol essere portata ad un segno che non è mai necessario in alcun' altra applicazione che l'industria ne faccia.

Dott. G. Ambrosoli.

MACCHINE A VAPORE

Macchina a doppia azione, lavoro in zinco, Strada della *City* in Londra.

Capitolo Primo.

I. Macchine a vapore. — II. Constano di due parti principali. — III. Caldaje. — IV Materiale adoperato nella loro costruzione. — V. Apparecchio alimentario. — VI. Importanza di mantenere ad un opportuno livello l'acqua nella caldaja. — VII. Vapore umido e asciutto. — VIII. Resistenza che oppone agli stantuffi la schiuma trascinata dal vapore. — IX. Mezzi di verificare il livello dell'acqua nella caldaja. — X. Apparati alimentarii che funzionano da sè. — XI. Valvole di sicurezza. — XII. Manometro a mercurio. — XIII. Focolare. — XIV. Metodo più conveniente di alimentare il focolare. — XV. È seguito di rado. — XVI. Invenzione, per introdurre il combustibile sulle grate del focolare.

I.

Se si considera il prodigioso impulso che in questi ultimi cento anni venne dato in tutto il mondo all'incivilimento, dall'invenzione e dal perfezionamento delle macchine a vapore, e se si riflette che questa, lungi dall'essere un'influenza passeggera, è stata in costante progresso e lo è tuttora con energia sempre maggiore e sempre crescente,

Mobilitate viget viresque acquirit eundo,

non è meraviglia che chiunque sia dotato anche in grado mediocre di ingegno e d'intelligenza, e in qualunque posizione sociale, sia animato da un forte desiderio di avere qualche nozione di quelle macchine straordinarie da cui si ebbero risultati di tanta e così universale e così durevole importanza.

Sebbene pochi, comparativamente, abbiano il tempo, l'inclinazione o la particolare attitudine intellettuale per tener dietro fino ai dettagli di questa grande invenzione, e dei suoi sviluppi nelle numerose applicazioni che se ne fecero ai varii bisogni della vita, tutti coloro che per le circostanze o per l'educazione si trovano in una condizione superiore a quella del più rozzo ed ignorante operajo hanno tanto il tempo che le doti mentali necessarie per ricevere una nozione generale di queste macchine e dei principj fisici da cui dipende la loro potenza. È a questa vasta classe che ora intendiamo di indirizzare il nostro discorso e ci proponiamo di presentare in un brevissimo compendio una veduta generale dei principii e dei meccanismi delle macchine a vapore, limitandoci specialmente a quelle forme estese e generali che sono comuni a tutte le varietà di queste macchine, e dispensandoci per ora da alcuni minuti dettagli nel congegno applicabili solo a particolari forme di macchine a vapore, e che sebbene spesso ammirabili per la semplicità del disegno e per l'invenzione, sono però di minore interesse, se si considerano da quel punto di vista più esteso e generale di cui ora parliamo.

II.

Le macchine a vapore, qualunque ne siano la forma e lo scopo, constano di due parti sostanzialmente diverse; la prima è quella in cui si genera il vapore, l'altra quella in cui funziona questo vapore. Quantunque il loro assieme sia essenziale alla costituzione della macchina, pure in istretto senso col nome di macchina a vapore si denota unicamente la seconda, dandosi alla prima il nome di caldaja o generatore.

III.

Vi è molta varietà nella grandezza, nella forma, nella struttura e anche nel materiale delle caldaje, secondo lo scopo speciale a cui sono destinate, e le circostanze in cui vengono adoperate. Però vi sono certi caratteri comuni a tutte.

Ogni generatore consiste in un recipiente per l'acqua e per il vapore e in un focolare coi relativi accessorii per ardervi il combustibile; il calorico svolto da questo è l'agente fisico che produce e mantiene la vaporizzazione. La caldaja è fatta di lamine di metallo, di conveniente spessore, inchiodate l'una coll'altra a tenuta di vapore cioè in guisa che il vapore non abbia a sfuggire tra l'una e l'altra di esse.

La fig. 1 mostra la maniera con cui sono inchiodate assieme le lamine; i margini delle foglie metalliche sono l'uno sovrapposto all'altro e le loro superficie sono strette a tenuta di vapore dai chiodi

Fig. 1.

rr' che passano a traverso dei fori trapanati in esse e che hanno le capocchie lavorate a martello mentre il ferro era ancóra rammollito dal calore.

La fig. 7 nella veduta generale d'una caldaja d'una certa specie detta *wagonboiler* offre la disposizione delle file di chiodi lungo i margini delle lamine che la compongono.

IV.

Il materiale di cui sono fatte le caldaje è più comunemente il ferro. Si adopera talvolta anche il rame, però assai di raro. Questo ha sul ferro il vantaggio di essere miglior conduttore del calorico, e di essere meno soggetto alle incrostazioni di calce e di altra materia terrosa, sempre tenuta in soluzione nell'acqua e che si precipita durante il processo della vaporizzazione. È anche più durevole del ferro, ma viene escluso, tolti alcuni casi rari ed eccezionali, perchè il prezzo ne è assai maggiore.

Il ferro fuso, quantunque costi meno del ferro laminato, non è adoperabile per varie ragioni, una delle quali è la sua fragilità. Av-

venendo un' esplosione esso volerebbe in pezzi ed i frammenti sarebbero projettili distruttori. In caso di esplosione, il ferro lavorato si fende e si lacera. Questo è tenace, l'altro fragile.

V.

La caldaja è un recipiente non solo dell'acqua ma benanco del vapore. Il vapore, essendo, a parità di volume, molto più leggiero dell'acqua, sale in bolle traverso l'acqua e si raccoglie nella parte superiore della caldaja. Si può quindi concepire la capacità interna della caldaja divisa ad un certo livello fra l'acqua e il vapore. Tutto lo spazio inferiore a questo livello è occupato dall'acqua, l'altro dal vapore.

Ma di mano in mano che l'acqua si converte in vapore, diminuendosene in proporzione la quantità contenuta nella caldaja, questo livello andrà continuamente abbassandosi. Si previene quest'effetto mediante un *apparato d'alimentazione*, il quale generalmente consiste in trombe prementi, di adeguata potenza, che spingono nella caldaja tanta acqua quanta ne viene vaporizzata dal fuoco. In alcuni casi l'apparecchio alimentario non lavora che di tanto in tanto a riempire la caldaja; altre volte la somministrazione d'acqua è continua. Nel primo caso il livello di separazione tra il vapore e l'acqua sale e discende alternativamente fra certi limiti. Quando si sospende l'azione dell'apparecchio d'alimentazione esso discende gradatamente durante il processo dell'evaporazione. Quando è disceso fino ad un certo punto, si mette in azione l'apparecchio e il livello s'innalza di nuovo al limite di prima, dopo di che si torna a sospendere l'azione dell'apparecchio e così di seguito. Questo alzarsi ed abbassarsi del livello dell'acqua nella caldaja è, o dovrebbe essere, ristretto fra tali limiti da cansare ogni pericolo.

Quando l'apparato alimentario funziona incessantemente, l'acqua è mantenuta sempre allo stesso livello nella caldaja, essendo disposte le cose in modo, per mezzo di un congegno che si regola da sè stesso, che la quantità d'acqua fornita alla caldaja è, di minuto in minuto, esattamente eguale a quella che viene vaporizzata.

VI.

È facile intendere l'importanza di mantenere debitamente fornita d'acqua la caldaja. Finchè quelle parti della caldaja che sono esposte direttamente al fuoco sono internamente bagnate dall'acqua, il

metallo non può scaldarsi oltre ad un giusto segno, perchè il calore somministrato dal fuoco è assorbito dall'acqua nel vaporizzarsi. Ma se si lasciasse abbassare il livello dell'acqua al di sotto di una parte esposta all'azione del fuoco, non venendo più sottratto dall'acqua il calore che agisce su quella parte, ed essendo poca la capacità per il calorico del vapore che in tal caso le sarebbe solo a contatto, in breve le lamine di metallo si arroventerebbero e in conseguenza verrebbero ben tosto rammollite a segno di non avere più la forza necessaria per resistere alla pressione interna, e la caldaja scoppierebbe. Per questa ragione è sempre della massima importanza di provvedere dei mezzi che assicurino una somministrazione d'acqua sufficiente ad impedire che il livello non abbia a discendere al di sotto delle parti anche le più elevate che ricevono il colpo di fuoco.

Una soverchia alimentazione, e quindi l'alzarsi il livello d'acqua oltre un certo limite, produrrebbe inconvenienti di un genere differente. Quando l'acqua di una caldaja è in uno stato di violenta ebollizione, come avviene quando le macchine sono in piena azione, si producono bolle di vapore in gran copia alla parte più bassa della caldaja perchè questa risente più energicamente l'azione del focolare. Queste bolle venendo a galla con violenza fanno spumeggiare l'acqua, cosicchè la parte di caldaja superiore al livello dell'acqua è piena d'una mescolanza di vapore puro e di particelle di acqua in minuta suddivisione. Le ultime però pel proprio peso ricadono nell'acqua, purchè lo spazio destinato al vapore sia alto a sufficienza. La parte più alta di questo spazio sarà allora piena di vapore puro senza mescolanza di schiuma. Ma se la caldaja contiene troppa acqua e lo spazio lasciato al vapore ha così poca altezza che anche nella parte più alta sia mescolato più o meno con della schiuma, questa verrà strascinata nella parte operativa della macchina e ne seguirà il duplice danno di guastarne la costruzione e di consumare una quantità di calore che altrimenti sarebbe stata impiegata in produrre vapore, e quindi in produrre potenza meccanica.

VII.

Malgrado tutte le precauzioni pratiche, la schiuma talvolta passa col vapore dalla caldaja alla macchina. Il vapore che, in tal condizione, somiglia all'aria quando vi si trova sospesa una fine pioggia vaporosa, è chiamato dai meccanici *vapore umido:* il vapore esente da questo difetto è detto *vapore asciutto.* Un fazzoletto esposto al

vapore asciutto che esce dalla valvola d'un generatore, non ne sarebbe più inumidito che da un soffio di vento: ma se il vapore è più o meno carico di schiuma l'umidità deposta sul fazzoletto ne rivelerà la presenza.

VIII.

La spuma di cui è carico il vapore umido è chiamata dai meccanici inglesi *priming*, quasi a dire che smorza il colpo dello stantuffo.

IX.

Si vede quindi che, qualunque sieno la forma della macchina e lo scopo a cui è destinata, è di somma importanza il regolare l'alimentazione della caldaja, in modo che in essa il livello dell'acqua non sia mai troppo basso nè troppo alto.

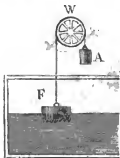
Appunto per questa grande importanza di mantenere il livello dell'acqua nella caldaja fra i limiti ora detti, risulta manifesto il bisogno di espedienti col mezzo dei quali il macchinista possa in qualunque momento verificare l'attuale livello dell'acqua.

A quest'intento si inventarono metodi differenti più o meno efficaci ed ingegnosi.

Uno dei più semplici consiste in due robinetti comuni, simili a quelli usati nei barili da birra, inseriti ad una delle faccie, o fondi della caldaja, uno al limite più basso, l'altro al limite più alto del livello d'acqua. Se il macchinista aprendo il secondo trova che ne esce dell'acqua, è segno che questa ha raggiunto il limite superiore e sospende l'alimentazione. Se, aprendo il primo, vede uscirne il vapore, è segno che l'acqua s'è troppo abbassata, e allora attiva l'alimentazione. Ma finchè da questo esce acqua e dal precedente vapore, egli sa che il livello dell'acqua è fra i limiti convenienti.

Fig. 2.

Questo metodo è generalmente adottato, pure ve ne sono in uso degli altri.

Un grave F (fig. 2) immerso nell'acqua per metà è sostenuto da un filo metallico, che passa a tenuta di vapore per un piccolo foro nella volta della caldaja: questo filo è collegato, per mezzo di una funicella o

catenella flessibile che si avvolge sopra una carrucola W, con un contrappeso A appena sufficiente ad equilibrare F quando sia mezzo immerso nell'acqua. Se F viene a sporgere maggiormente dall'acqua, A divenendo in paragone più leggiero non gli fa più equilibrio ed F deve abbassarsi sollevando A e facendo girare la carrucola W. Se invece F si affonda maggiormente, A diventando in confronto più pesante, lo solleva, cosicchè la sola posizione in cui F ed A si fanno equilibrio a vicenda è quando F sia immerso nell'acqua per metà. La carrucola W è disposta per modo che quando due punte infitte nel suo lembo sono in giacitura orizzontale, l'acqua è nel suo giusto livello. Pertanto se l'acqua si alzerà sopra questo livello, sollevandosi il peso F ed abbassandosi A, le punte prenderanno un'altra posizione, e se discenderà sotto questo livello, abbassandosi F ed innalzandosi A, le punte assumeranno ancora una nuova posizione. Così, in generale, la posizione delle punte serve da indicatore della quantità d'acqua che v'è nella caldaja.

Un altro metodo consiste nel porre in communicazione colla caldaja un tubo di vetro ad un'estremità T superiormente al giusto livello dell'acqua e all'altra in T' inferiormente a quel livello. È evidente che l'acqua si disporrà sempre ad uno stesso livello nel tubo e nella caldaja poichè le parti più basse comunicano liberamente fra loro e la superficie dell'acqua sopporta la pressione dello stesso vapore nel tubo e nella caldaja. Questo ed il precedente verificatore hanno il vantaggio di parlare subito all'occhio del macchinista senza bisogno di nessuna operazione: mentre nel primo si devono aprire entrambi i robinetti se si desidera verificare l'altezza dell'acqua.

Fig. 3.

Questi verificatori, però, richiedono da parte del macchinista una continua attenzione, ed è desiderabile che si trovi qualche mezzo più efficace o di sorvegliare quell'attenzione, o di rendere l'alimentazione della caldaja indipendente da qualunque attenzione. Per richiamare l'attenzione del macchinista sul bisogno di riempire la caldaja quando l'acqua fosse in parte consumata dall'evaporazione, si inseriva talvolta un tubo nella caldaja al livello più basso a cui si riteneva di poter lasciar giungere l'acqua. Questo tubo si prolungava fino alla camera del macchinista dove terminava in un'imboccatura o fischietto, cosicchè ogniqualvolta l'acqua s'abbassasse sotto quel livello dove il tubo era inserito nella caldaja, il vapore vi si precipitava e, uscendo con gran velocità dall'imboccatura, richiamava

al dovere il macchinista con un grido capace di svegliarlo anche dal sonno.

Nei più efficaci di tali metodi, l'ufficio di riempiere la caldaja spettava ancora al macchinista: e il più che poteva fare la caldaja era di avvisare della necessità di una somministrazione d'acqua. In conseguenza, per tacere altri inconvenienti, il livello dell'acqua era soggetto ad una continua variazione.

X.

Per ovviare a questo, s'inventò un congegno per il quale la macchina alimenta da per sè stessa la caldaja. Il tubo G che parte dalla tromba ad acqua calda termina in un piccolo recipiente dove si raccoglie l'acqua. Nel fondo del serbatojo v'è una valvola che si apre all'insù e comunica con un tubo d'alimentazione che discende nella caldaja fino sotto al livello dell'acqua. L'asta della valvola V è congiunta con una leva mobile attorno al suo centro D, e caricata da un peso F immerso nell'acqua della caldaja in modo simile a quello descritto nella fig. 2 ed equilibrato da un contrappeso A affatto nello stesso modo. Quando s'abbassa il livello dell'acqua nella caldaja si abbassa pure il galleggiante F e alzando il braccio di leva apre la valvola V, permettendo all'acqua di discendere nella caldaja dal serbatojo C. Quando la caldaja è stata in tal modo riempiuta e il livello ritorna alla posizione di prima, F s'alza da capo e la valvola vien chiusa dal peso A. In pratica però, la valvola V si aggiusta da sè, per l'effetto dell'acqua sul peso F, in modo di permettere all'acqua del serbatojo alimentario C di effluirne continuamente in tale quantità da compensare il consumo avvenuto per la vaporizzazione e mantenere così costante il livello dell'acqua nella caldaja.

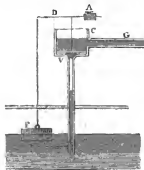



Fig. 4.

Per tale disposizione la caldaja si riempie da sè: od a parlare più propriamente, le viene somministrata di continuo tant'acqua che non ha mai bisogno di essere riempiuta; e perciò non si richiede alcuna cooperazione nè alcuna attenzione da parte del macchinista. Però questo non è l'unico buon effetto sortito da tale invenzione. Una parte del vapore che, partito dalla caldaja, ha compiuto il suo ufficio col porre in movimento la macchina, si raccoglie nel serbatojo caldo C (fig. 4)

ed è di nuovo restituito alla sorgente da cui è derivato, riportando alla caldaja tutta la porzione del suo calore non consumata la quale potrà ajutare a porlo di nuovo in circolazione nella macchina.

Nella fig. 5 si vede un'altra maniera di disposizione di un apparecchio alimentario che funziona da sè. A è una sfera cava di metallo attaccata all'estremità di una leva che ha il fulcro in B, l'altro

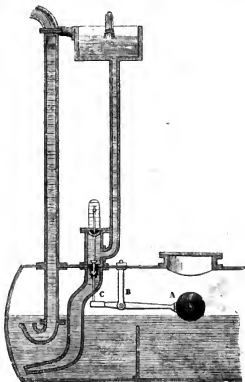



Fig. 5.

braccio della leva C è collegato coll'asta di una valvola conica la quale comunica col condotto dell'acqua derivante dal serbatojo d'alimentazione. In tal modo se si abbassi il livello dell'acqua nella caldaja, il peso della sfera A prevalendo a quello dell'altro braccio C aprirà la valvola e lascierà entrare l'acqua d'alimentazione. Quest'apparato opera evidentemente nello stesso modo e sugli stessi principii dell'ultimo descritto.

XI.

Nelle diverse applicazioni della macchina, si richiede il vapore a differenti pressioni. La pressione del vapore si esprime ordinariamente col numero delle libbre di cui dovrebbe gravarsi ogni pollice quadrato della superficie per resisterle esattamente o per equilibrarla. Tutte le caldaje sono munite di una valvola che si apre all'infuori e che viene caricata di un certo peso assegnato. Quando la tensione con cui il vapore preme la valvola eccede il peso da cui questa è caricata, la valvola cede e si apre; il vapore ne sfugge e continua ad uscirne finchè la quantità racchiusa nella caldaja è diminuita al punto che la sua pressione sulla valvola non sorpassi il peso di cui questa è gravata. Allora la valvola si richiude, ma è pronta a cedere ed a riaprirsi al menomo crescere della tensione del vapore.

Questa valvola è detta valvola di sicurezza per l'ovvia ragione che impedisce che la forza espansiva del vapore nella caldaja arrivi al segno d'essere pericolosa.

Accade talvolta che è necessario di variare di tanto in tanto la tensione del vapore a norma del lavoro che deve compiere la macchina, e in conseguenza di variare la carica della valvola di sicurezza. In tal caso si sogliono avere due valvole di sicurezza, una che deve essere regolata dal macchinista, l'altra fuori della sua portata. L'ultima di queste è caricata in corrispondenza alla massima pressione che può sopportare la caldaja senza pericolo: di modo che se il macchinista caricasse imprudentemente al di là del giusto limite la valvola che è a sua portata, l'altra valvola s'aprirebbe appena il vapore acquistasse una tensione pericolosa.

Le valvole di sicurezza sono di varie forme. Ordinariamente consistono in un'apertura circolare praticata nella caldaja col bordo conico che si allarga dall'interno all'esterno. In questa vi è un pezzo circolare, o turacciolo di corrispondente grandezza, fatto anch'esso a cono in modo di chiudere esattamente quell'apertura cioè in modo che le superficie coniche combacino a tenuta di vapore quando si eserciti una pressione superiormente al pezzo. Questo pezzo circolare è attaccato nel suo centro ad una verga di ferro perpendicolare al suo piano. In questa verga si infilano dei pesi scorrevoli lungo di essa i quali, secondo che se ne accresce o se ne diminuisce il numero, premono la valvola con maggior o minor forza.

Nella veduta generale di una particolare forma di caldaja detta

waggon-boiler, (fig. 7) la valvola di sicurezza è figurata in N. È munita d'un manico pel quale il macchinista può aprirla quando gli occorra.

XII.

È necessario un indicatore pronto della tensione attuale che ha ad ogni istante il vapore nella caldaja. A questo intento sono usati varii spedienti. In quelle caldaje dove il vapore deve funzionare ad alta pressione, questa è marcata da un indicatore a molla fondato su principii simili a quelli delle stadere adoperate in commercio per pesare i corpi. La pressione del vapore opera contro una valvola collegata col braccio di leva di una stadera e l'altro braccio di questa è unito colla molla. In tal modo il variare della tensione della molla serve di misura alla pressione esercitata sulla valvola.

Quando s'adoperi vapore a bassa pressione, è in uso uno strumento chiamato manometro a mercurio. Un tubo ricurvo pieno di mercurio è inserito in qualche parte dell'apparecchio dove communichi liberamente col vapore. Sia A B C (fig. 6) questo tubo. La pressione del vapore forza il mercurio a discendere nel ramo A B e a salire nel ramo B C. Quando il mercurio sia esattamente allo stesso livello nei due rami, la pressione del vapore è precisamente eguale a quella dell'atmosfera: perchè la pressione del vapore sul mercurio in A B fa equilibrio a quella dell'atmosfera sul mercurio in B C. Perciò, se il livello del mercurio sarà più alto in B C che in A B la pressione del vapore sarà superiore a quella dell'atmosfera. Si può conoscere l'eccesso di questa pressione osservando la differenza di livello del mercurio nei due rami perchè ad ogni due pollici di differenza nei livelli (*) corrisponde la pressione d'una libbra per pollice quadrato.

Fig. 6.

(*) In misura metrica corrisponderebbe la pressione di circa tredici grammi e mezzo per centimetro quadrato ad ogni centimetro di differenza nei livelli.

(Nota del Trad.)

Se all'opposto il livello del mercurio in B C scendesse sotto il livello che ha in A B, la pressione atmosferica supererebbe quella del vapore, e la quantità di cui la sorpassa si determinerebbe allo stesso modo.

Se il tubo è di vetro è visibile la differenza dei due livelli: ma per lo più è di ferro; per riconoscere allora la differenza dei livelli si introduce nel ramo aperto B C una verga di legno che termina in un galleggiante e allora la porzione d'asta che rimane entro il tubo indica la profondità che ha in esso il mercurio sotto la sua apertura.

XIII.

Il più importante accessorio d'una caldaja è il focolare che consiste in una gratella su cui si abbrucia il combustibile, in un sistema

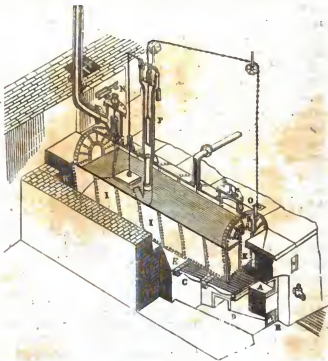



Fig. 7.

di condotti per cui la fiamma e i gas caldi provenienti dal materiale in combustione sono guidati in contatto colla caldaja in modo

di cederle più o meno del loro calore, e in fine, in un camino per cui questi gas sfuggono nell'atmosfera, e mantengono la corrente necessaria ad attivare la combustione. La descrizione del fornello e dei suoi accessorii, come anche quella già data della caldaja, sarà resa più intelligibile dalle fig. 7, 8, 9, e 10, le quali sebbene rappresentino una forma particolare di caldaja, indicano però quei provvedimenti e quelle disposizioni che sono di uso più generale nelle caldaje di qualunque forma.

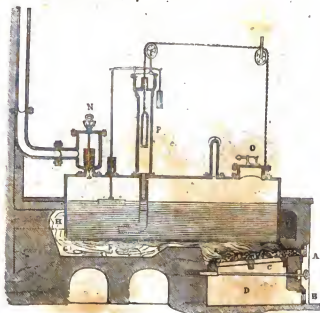



Fig. 8.

La forma qui rappresentata è detta waggon-boiler, e consiste in una volta semicilindrica, fianchi piani perpendicolari, basi piane, e in un fondo leggiermente concavo. La tensione del vapore da adoperarsi in così fatte caldaje non deve superare la pressione atmosferica che da 3 a 5 libbre per pollice quadrato; e i fianchi e le basi, sebbene la loro forma piana non sia favorevole alla resistenza, ponno farsi saldi a sufficienza per questo scopo. In cosifatte caldaje l'aria e il fumo passando traverso i condotti che le sono posti all'ingiro sono da una parte in contatto immediato colla caldaja. I mattoni o gli altri materiali di cui sono fatti i condotti, devono quindi essere

cattivi conduttori del calorico, affinchè non assorbano una porzione considerevole del calorico dell'aria che passa loro a contatto.

La fig. 7 offre una veduta di prospetto della caldaja e del fornello. La gratella e parte dei condotti sono resi visibili dall'essersi soppressa parte della muratura che circonda la caldaja. Si è pur reso visibile l'interno della caldaja supponendosi tolta via parte della sua volta semicilindrica. Nella fig. 8 se ne scorge una sezione verticale fatta per il lungo, e nella 9 una simile sezione trasversale. La fig. 10 presenta una sezione orizzontale inferiore tanto al livello della gratella che a quello dell'acqua nella caldaja e mostra la disposizione dei condotti. Le parti che nelle diverse figure si corrispondono sono segnate colle stesse lettere.

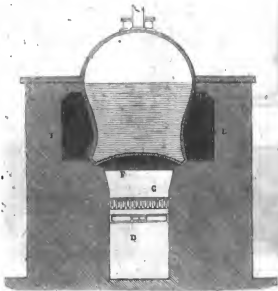



Fig. 9.

XIV.

Lo sportello per cui si introduce il combustibile sulla gratella è rappresentato in A e quello che mette al ceneratojo in B. Le sbarre della gratella in C, partendo dalla bocca, sono inclinate all'ingiù con un pendìo di circa 25° di modo che il combustibile tende a scorrere dalla fronte verso la fine della gratella. Il ceneratojo D è co-

strutto di tale grandezza, forma e profondità da attivare traverso le sbarre della gratella una corrente d'aria atmosferica capace di mantenere la combustione. La forma del ceneratojo è di solito ampia al basso e restringentesi verso la sommità. Quando si introduce il combustibile nello sportello del fuoco A, lo si deve porre sulla parte della gratella più vicina allo sportello: là si cuoce e così i gas e le altre materie volatili che contiene ne sono espulsi e si abbruciano in contatto del combustibile ardente sulla parte inferiore della gratella, dove vengono trascinati da una corrente d'aria che si stabilisce traverso alcune piccole aperture della porta del fuoco. Quando il combustibile sul principio della gratella è cotto in tal guisa, lo si spinge verso il fondo e si introduce al suo posto del combustibile fresco. Il

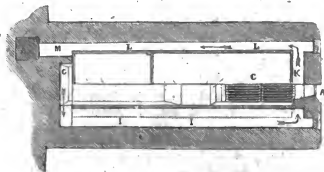



Fig. 10.

carbone cacciato avanti si accende in breve con vivacità, e continuando l'operazione, si mantiene nella più vivace combustione il carbone sparso sulla gratella nella parte più interna di questa. Per tale disposizione il fumo prodotto dalla combustione può venir abbruciato prima che entri nei condotti. La fiamma e l'aria calda provenienti dal combustibile ardente sollevandosi dalle grate e scorrendo verso il fondo del fornello, passano sul *ponte del fuoco* E, e sono trascinate nel condotto F che passa sotto la caldaja. Questo condotto (la cui sezione trasversale è indicata nella fig. 9 dall'ombra scura sotto la caldaja), occupa uno spazio press'a poco eguale a quello del fondo della caldaja, essendo gli angoli del fondo della medesima appoggiati alla muratura che forma i fianchi del condotto, sol quanto è necessario perchè questa sostenga il peso della caldaja. Per essere concavo il fondo della caldaja, quando il fumo e l'aria calda scorrono questo condotto, tendono ad alzarsi per effetto della loro temperatura e lambiscono il fondo medesimo dal ponte del fuoco E all'estremità posteriore G.

In G il condotto s' innalza verso H e voltando lungo il fianco della caldaja in I I guida la fiamma in contatto di quel fianco dalla parte posteriore alla fronte: poi passa per il condotto K traverso la fronte e ritorna alla parte posteriore per l'altro condotto laterale L. Il condotto laterale svestito della muratura, è presentato nella fig. 7, e così lo si vede nella fig. 10 e nella sezione trasversale (fig. 9). Le freccie indicano nella fig. 10 il giro dell'aria. Dal condotto L l'aria passa al fumajolo in M.

Per tale disposizione, la fiamma e l'aria calda provenienti dalla gratella si fanno circolare intorno alla caldaja; la lunghezza e l'ampiezza dei condotti per cui passano devono essere tali che arrivando al camino la loro temperatura sia ridotta, in quanto è compatibile col mantenere la corrente d'aria nel camino, alla temperatura dell' acqua.

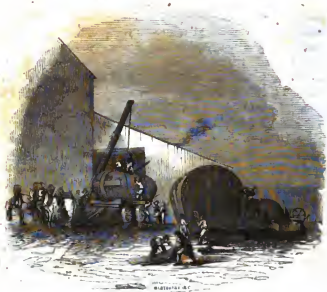
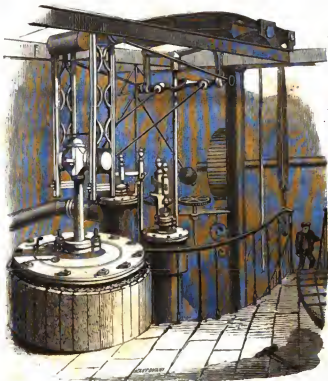
XV.

Il metodo di alimentare il fornello ora descritto è tale, che, quando venga praticato con abilità e cura, può produrre una combustione assai più perfetta di quella raggiunta dal metodo comune di riempire ad ogni volta di combustibile fresco le grate dall' indietro verso il davanti. Pure questo metodo è seguito di rado nel governo del focolare. Esso richiede troppa attenzione da parte dei fuochisti (nome dato a quelli che attendono al focolare). Il combustibile non deve essere introdotto in gran copia ed a distanti intervalli, ma in piccola quantità ed assai di frequente. La pratica più comune è di lasciare che si consumi in gran parte il combustibile sulla gratella e poi ammassarvi sopra gran copia di combustibile fresco coprendone quello che arde dalla parte estrema verso il davanti della gratella. Ciò fatto, il calore del carbone incandescente, operando sul combustibile fresco che viene introdotto, ne espelle i gas combinati con esso, e assieme a questi una gran quantità di carbone, in istato di minuta suddivisione, producendo un fumo opaco e nero. Questo vien trascinato pei condotti e sale nel fumajolo. Ne consegue che non solo una quantità di combustibile solido esce, non consumata dal fumajolo, ma che anche l'idrogeno e gli altri gas ne sfuggono senza essere abbruciati; di qui un proporzionale sperpero di combustibile; oltre l' insalubrità dell' atmosfera pregna di questo fumo. Tali effetti si scorgono da chiunque osservi i fumajoli dei battelli a vapore, mentre la macchina è in movimento. Quando il focolare vien riempiuto in questa ma-

niera di combustibile fresco, si vede uscire dal fumajolo un gran volume di fumo denso e nero. Questo diminuisce mano mano che va accendendosi il combustibile sulla gratella, e non riappare che quando vi si introduca nuovamente del combustibile fresco.

XVI.

Il metodo precedente di alimentazione, per cui si obbliga il focolare a consumare il proprio fumo, e si rende perfetta la combustione del carbone, non va però al tutto sicuro da effetti contrari. Nei focolari comuni non si può introdurre il combustibile che aprendo lo sportello del fuoco, e mentre questo è aperto vi si precipita un gran volume d'aria fredda che traversando il focolare è trascinata pei condotti al fumajolo. Questo abbassa la temperatura dei condotti per modo che in molti casi la conseguente perdita di calorico supera qualunque economia del combustibile ottenuta col consumarne completamente il fumo. Si adottarono perciò diversi metodi per introdurre il combustibile senza aprire lo sportello del fuoco e senza disturbare l'afflusso dell'aria al focolare. Questo si ottiene con una specie di tramoggia costrutta sulla fronte del focolare con un fondo mobile o valvola che permette al carbone di cadere di tanto in tanto sul davanti della gratella.

Perchè abbia luogo certamente la combustione dei gas svolti dai carboni posti sul davanti della gratella è necessario di lasciar passare con essi una corrente d'aria sul combustibile ardente. Ciò si effettua per mezzo di piccole aperture, o regolatori, praticate nella porta del foco munite di cateratte scorrevoli da cui ponno essere aperte e chiuse di quanto abbisogna.

Fabbricazione delle Caldaje.

Macchina a doppio effetto nella City Saw-Mills.

Capitolo Secondo.

XVII. Metodo di regolare l'attività del fornello. — XVIII. In qual maniera si faccia produrre al vapore un effetto meccanico. — XIX. Il cilindro e lo stantuffo. — XX. Stantuffi metallici. — XXI. Calcolo della forza che fa muovere lo stantuffo. — XXII. Trasmissione di questa forza. — XXIII. Asta dello stantuffo. — XXIV. Robinetti, valvole e valvole a cassetto. — XXV. Come funzionino. — XXVI. Corsa dello stantuffo. — XXVII. Pressione effettiva. — XXVIII. Distribuzione del vapore al cilindro. — XXIX. Colle valvole. — XXX. Coi cassetti. — XXXI. Cassetti di Seaward. — XXXII. Robinetto semplice. — XXXIII. Robinetto a quattro fori. — XXXIV. Macchine a bassa e ad alta pressione, o più propriamente a condensazione e senza condensazione. — XXXV. Inconvenienti di queste ultime e vantaggi che li compensano. — XXXVI. Macchine a condensazione. — XXXVII. Condensatore. — XXXVIII. Tromba ad aria. — XXXIX. Tromba ad acqua fredda. — XL. Tromba ad acqua calda.

XVII.

Qualunque sia la forma della caldaja che si adopera, la sua grandezza e le sue dimensioni, come pure anche quelle del focolare e relativi accessorii, si devono determinare in rapporto alla quantità di vapore da prodursi e in qualche grado anche alla qualità del combustibile.

I principii per cui un camino più o meno alto attiva una corrente d'aria traverso il combustibile sparso sul focolare a cui è annesso, sono già stati esposti nel nostro trattato sul *Fuoco.* Il fumajolo annesso al fornello di una caldaja a vapore opera secondo i medesimi principj, e le sue dimensioni e la sua altezza si devono necessariamente proporzionare a quelle del focolare ed alla quantità di combustibile che si suol consumare in un tempo determinato.

Ma siccome è duopo variare la produzione del vapore nella caldaja a norma del lavoro variabile da compiersi dalla macchina; e siccome questa produzione di vapore è certamente proporzionata alla rapidità con cui viene consumato il combustibile sul focolare, ne risulta che si deve variare la rapidità di combustione nel fornello proporzionatamente al lavoro variabile che deve effettuare la macchina. Affine, dunque, di mantenere la proporzione tra la forza del focolare ed il bisogno della macchina è necessario di ravvivare o di rallentare la combustione secondo che si deve aumentare o diminuire la produzione del vapore.

L'attività del fuoco dipende dalla corrente d'aria che viene aspirata attraverso alle grate, e questa alla sua volta dipende dall'ampiezza dello spazio accordato al passaggio della medesima corrente lungo i condotti. In conseguenza, si dispone perpendicolarmente al condotto una lastra, chiamata *registro*, in maniera che abbassandola o sollevandola, come si alzerebbe o abbasserebbe la cateratta d'un fosso, si può regolare come piace lo spazio concesso al passaggio dell'aria per il condotto. Questa lastra può governarsi a mano, cosicchè alzandola ed abbassandola si può aumentare e indebolire l'aspirazione ed ottenere con ciò un effetto corrispondente sulla produzione del vapore nella caldaja; ma, anche senza l'intervento del macchinista, si può mantenere continuamente proporzionata la forza del fuoco alla rapidità della vaporizzazione colla seguente disposizione di cose.

Il peso della colonna d'acqua sostenuta nel tubo di alimentazione (figure 7 e 8) misura la differenza fra la pressione del va-

pore nella caldaja e quella dell' atmosfera. Se la macchina consuma vapore con rapidità maggiore di quella con cui lo produce la caldaja, la pressione del vapore in questa verrà diminuita e in conseguenza si deprimerà la colonna d'acqua nel tubo di alimentazione. Se, invece, la caldaja produce vapore in copia maggiore di quella in cui viene consumato dalla macchina, l'accumulazione del vapore nella caldaja ne farà crescere la pressione sull'acqua che vi è contenuta e verrà quindi aumentata l'altezza della colonna d'acqua sostenuta nel tubo di alimentazione. Questa colonna deve dunque innalzarsi od abbassarsi ad ogni variazione nella rapidità con cui si produce il vapore nella caldaja.

Sulla superficie dell'acqua di questa colonna è collocato un galleggiante cavo P; una catena congiunta ad esso volge all'insù e passa su due carrucole e ridiscende di nuovo traversando un'apertura la quale mette al condotto che fiancheggia la caldaja; ed è a questa catena che si attacca il registro. Per tale disposizione, è evidente che il registro verrà sollevato all'abbassarsi del galleggiante, e verrà calato all'innalzarsi di questo essendo il peso del primo determinato in modo da non fare equilibrio al galleggiante P, se non quando esso riposi a fior d'acqua.

Ogni qual volta sia insufficiente la produzione del vapore nella caldaja è manifesto dal sin qui esposto, che si abbasserà il galleggiante P, verrà alzato il registro, e quindi aperto un passaggio più vasto all'aria per i condotti. Questa attizzerà il fuoco, ne aumenterà il potere calorifico, e renderà in conseguenza più abbondante la vaporizzazione nella caldaja. Se all'incontro, la produzione del vapore in quest'ultima sorpasserà quella che abbisogna alla macchina, salirà il galleggiante, e si abbasserà il registro in modo che restringendosi la luce del condotto, verrà indebolita l'aspirazione, mitigato il fuoco, e quindi rallentata la vaporizzazione. In questa maniera la soverchia o l'insufficiente quantità di vapore generato nella caldaja reagisce sul fuoco, rendendo il calore svolto dalla combustione proporzionato, per quanto è fattibile, al bisogno della macchina.

XVIII.

Spiegati così i mezzi principali con cui si mantiene efficace l'azione della caldaja e del fornello d'una macchina a vapore, sarà appena necessario di aggiungere che sebbene quei congegni non si troveranno in ogni caldaja a vapore sotto quelle medesime forme in cui li abbiamo rappresentati nelle figure, pure sono di un uso pressochè

universale dei congegni che loro equivalgono benchè ne differiscano nella struttura o nella disposizione. In alcuni casi per mancanza della necessaria altezza si tralasciano gli apparecchi regolatori della caldaja e del fornello ed allora l'opportuno governo della macchina dipende dall'abilità e dalla vigilanza di quelli che ne sono incaricati.

Supposto, quindi, che con questi o somiglianti mezzi si ottenga una produzione di vapore nella quantità necessaria ed alla pressione voluta, ci resta a vedere in qual modo si faccia produrre a questo vapore il desiderato effetto meccanico.

Il metodo universalmente adottato di adoperare la potenza del vapore a produrre effetti meccanici, è quello di uno stantuffo solido che si muova liberamente in un cilindro cavo combaciando colle sue pareti a tenuta di vapore. Il vapore viene introdotto alternativamente ad un capo e all'altro del cilindro. Quando entra da un capo, gli si permette di sfuggire dall'altro, cosicchè lo stantuffo viene spinto dal vapore alternativamente da un fondo all'altro del cilindro. Questo è chiuso alle sue estremità da coperchi a tenuta di vapore, ma vi sono praticate delle apposite aperture per l'alternativa ammissione ed emissione del vapore.

XIX.

Il cilindro è di ghisa di conveniente spessore e robustezza. È calibrato colla più scrupolosa precisione cosicchè la sua superficie interna sia esattamente cilindrica e di un diametro uniforme da un capo all'altro. Lo stantuffo è pure di ferro, e lo si fa combaciare col cilindro a tenuta di vapore sia coll'avvolgergli all'ingiro una molle fune di canape, chiamata *guernitura di stoppa*, fino a riempire una gola o scanalatura circolare praticata nella sua superficie convessa, sia col farne la corona esteriore di parecchi segmenti metallici i quali vengono premuti contro la superficie del cilindro da molle che operano su di loro dal centro del cilindro stesso.

La figura 11 presenta una sezione dello stantuffo a guarnitura di stoppa. La scanalatura che la contiene è rappresentata lateralmente presso al cilindro e la corona ne è unita allo stantuffo per mezzo di viti girando le quali la fune viene premuta in modo da essere spinta all'infuori contro i fianchi del cilindro fino a combaciare con essi a tenuta di vapore.

XX.

Gli stantuffi mantenuti in contatto col cilindro a tenuta di vapore senza guarnitura di stoppa, e che si chiamano stantuffi metallici, sono di forme svariatissime sebbene tutte costruite in sostanza secondo il medesimo principio. Una sezione di uno di questi è offerta

Fig. 11.

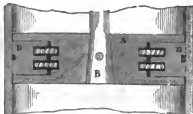



Fig. 12.

dalla figura 12, e lo si vede di fronte nella figura 13. All' ingiro dello stantuffo è praticata una profonda scanalatura a sezione rettangolare, cosicchè mentre la corona e la base dello stantuffo sono due dischi di diametro eguale a quello del cilindro, la parte intermedia di questo corpo ha un raggio minore di quello dei precedenti di tutta la profondità della scanalatura. Un anello di bronzo, ghisa, o acciajo, gittato di tale grandezza e forma da adattarsi a quella scanalatura, è diviso, come si vede nella fig. 13, nei quattro segmenti C C C C e nei quattro corrispondenti pezzi angolari DDDD. La scanalatura all' ingiro dello stantuffo viene riempiuta dai quattro segmenti e dai quattro pezzi angolari fatti a cuneo posti internamente ai primi, e questi ultimi sono premuti contro i precedenti da otto molle spirali, come si vede nelle figure 12 e 13. Queste molle terterminano al nucleo solido dello stantuffo, e spingono i segmenti C contro il cilindro. L' azione delle molle spirali che premono i cunei e limitata da caviglie di acciajo che passano pel loro centro e ter-

Fig. 13.

minano in piccole cavità cilindriche praticate tanto nei cunei che nelle corrispondenti parti di nucleo solido dello stantuffo; mano mano che i segmenti C si consumano le molle premono i cunei all'infuori, e le punte di questi, spingendosi innanzi, vengono a riempire gradatamente lo spazio lasciato fra i segmenti, ed a completare così la superficie esteriore dello stantuffo.

XXI.

La forza da cui è mosso lo stantuffo da un capo all'altro del cilindro ha per misura la pressione del vapore che lo caccia, diminuita della reazione oppostagli dal vapore che sfugge da quella parte verso cui esso si avanza, e della resistenza prodotta dal suo sfregamento contro la superficie del cilindro.

XXII.

La potenza meccanica che mette in movimento lo stantuffo sarebbe inutile in pratica se col mezzo di opportuni congegni non si potesse applicarla ad un punto conveniente fuori del cilindro; ma siccome d'altra parte è indispensabile che il vapore che spinge lo stantuffo sia confinato nel cilindro, e che in questo non si lasci entrare dell'aria la pressione della quale reagisca contro la faccia opposta dello stantuffo, è del pari indispensabile che, qualunque sia il mezzo di trasmettere quella forza esteriormente al cilindro, ciò avvenga senza lasciare il minimo interstizio per cui possa o sfuggirne il vapore od entrarvi dell'aria.

XXIII.

Questo intento è perfettamente conseguito mediante un semplicissimo congegno. Nel centro dello stantuffo è praticato un foro in cui viene inserita e saldamente assicurata per mezzo d'una chiave o caviglia un'asta di forma esattamente cilindrica, chiamata l'asta dello stantuffo. Questa passa traverso un foro del coperchio di ferro del cilindro come si vede nella figura 14. L'asta dello stantuffo è mantenuta in contatto colla superficie di quel foro a tenuta di vapore da un congegno detto *scatola a stoppa*, che è rappresentato in B, nella figura 14. Il foro praticato nel coperchio del cilindro ha una larghezza di pochissimo maggiore del diametro dell'asta dello stantuffo. Al di sopra di questo foro avvi una tazza in cui all'ingiro del-

l'asta si mette della stoppa di canape o della corda imbevuta di olio o di sego liquefatto. Questa specie di anello di canape è premuto all'ingiù da un altro pezzo pure forato, traverso a cui scorre l'asta dello stantuffo, e che viene avvitato superiormente a quel collare di stoppa.

Fig. 14.

L'asta dello stantuffo, per tale congegno, ricevendo dalla stessa forza che muove lo stantuffo il medesimo movimento alternativo di questo, può comunicare quel moto ad un conveniente pezzo di meccanismo esterno al cilindro, col quale la si può mettere in connessione.

XXIV.

Essendo il cilindro ai due capi chiuso da coperchi metallici nella maniera sopra esposta, le aperture per cui entra ed esce il vapore sono praticate non nei coperchi ma nei fianchi in punti immediatamente contigui ai coperchi. Queste aperture sono governate per mezzo di congegni di varie forme e che hanno varie denominazioni di *robinetti*, di *valvole* e di valvole a *cassetto*.

XXV.

Immaginiamo praticate a ciascun capo del cilindro due aperture l'una che metta alla caldaja e l'altra per l'uscita del vapore. A queste aperture sieno adattati dei robinetti, delle valvole o delle cateratte scorrevoli, in modo che si possano chiudere od aprire per mezzo dei loro manubrii, e questi sieno collegati coll'asta dello stantuffo per modo che quando lo stantuffo arrivi a ciascuno dei fondi del cilindro, i manubrii sieno mossi dall'asta in maniera di aprire l'ingresso al vapore a quell'estremità del cilindro dove è giunto lo stantuffo e chiudere il passaggio destinato alla sua uscita, e di aprire invece all'altra estremità il passo per lo sfogo del vapore e chiudervi quello per cui viene introdotto. Per questo mezzo, lo stantuffo ricevendo l'azione del vapore a quell'estremità dove è giunto ed essendo liberato dall'azione di quello che si trova dalla parte opposta sarà spinto verso l'altra estremità del cilindro; qui l'asta dello stantuffo opererà di nuovo sui manubrii dei robinetti, delle valvole o delle cateratte in guisa da invertire il corso del vapore, permettendo l'uscita

di quello che ha appena finito di spingervi lo stantuffo e introducendone all' altro capo del cilindro dove è giunto allora lo stantuffo. In questo modo lo stantuffo verrà ricondotto all' altro capo del cilindro e così via alternativamente da un capo all' altro.

XXVI.

Abitualmente si ritiene che il cilindro sia in positura verticale, e dando in conseguenza i nomi di *fondo* e di *cielo* alle sue estremità si parla di corsa all' insù e di corsa all' ingiù dello stantuffo. Spessissimo è veramente questa la disposizione dell' apparecchio, ma non è sempre tale di assoluta necessità. Spesso il cilindro è orizzontale. Così lo vediamo sempre, per es., nelle locomotive e spesso nelle macchine dei battelli a vapore. Talvolta è in positura obliqua, tal altra può oscillare in maniera di cambiare di posizione secondando il movimento dello stantuffo.

Si chiama *corsa* dello stantuffo la sua andata da un capo all' altro del cilindro, e le dimensioni di questo si esprimono sovente coll'assegnare il diametro dello stantuffo e la lunghezza della sua corsa.

XXVII.

La *pressione effettiva* del vapore sullo stantuffo, per ogni pollice quadrato, si determina sottraendo dalla pressione con cui lo spinge la reazione del vapore che sfugge, e l'attrito contro il cilindro. Moltiplicando questa pressione effettiva per il numero de' pollici quadrati della superficie dello stantuffo, che facilmente si calcola tosto che se ne sappia il diametro, si ha la forza effettiva totale che gli è applicata e moltiplicando questa forza pel numero dei piedi percorsi dallo stantuffo in un minuto, il quale è dato dalla lunghezza della sua corsa e dal numero delle corse fatte in un minuto, si avrà la vera forza meccanica prodotta ad ogni minuto dal vapore che agisce sullo stantuffo.

XXVIII.

Da quanto è stato spiegato appare che in gran parte l' effetto della macchina dipende dalla precisione e dalla regolarità con cui il vapore è alternativamente introdotto e sottratto a ciascun capo del cilindro. Se lo si introduce, o lo si sottrae troppo presto o troppo tardi, esso o sarà di ostacolo alla forza che caccia lo stantuffo o ne

ritarderà l'arrivo all'altro capo del cilindro. Per queste ragioni, ed anche perchè sono rimarchevoli per bellezza e semplicità i congegni con cui si distribuisce e si toglie il vapore al cilindro, ne verremo ora a descrivere alcuni.

XXIX.

Nella disposizione presentata dalla figura 15 si raggiunse lo scopo per mezzo di quattro valvole coniche; due a ciascun capo del cilindro. B e B' sono due camere del vapore, B la superiore e B' l'inferiore in comunicazione rispettivamente col cielo e col fondo del cilindro per mezzo di opportuni passaggi, D D'.

In B vi sono due valvole, l'una in S superiormente e l'altra in C inferiormente al canale D, e similmente vi sono in B' due altre valvole l'una S' al di sopra e l'altra C' al di sotto del canale D'.

Superiormente alla valvola S nella camera più alta vi è un'apertura per cui entra il tubo che vi conduce il vapore dalla caldaja, ed al disotto della valvola C si trova un'altra apertura per cui entra il tubo di emissione. Similmente al di sopra della valvola S' mettono nell'altra camera più bassa un condotto del vapore proveniente dalla caldaja e sotto alla valvola C' un altro condotto di sfogo. È perciò evidente che si può sempre introdurre il vapore al di sopra dello stantuffo coll'aprire la valvola S, e introdurglielo per di sotto coll'aprire la valvola S' e che similmente si può sottrarre il vapore dal cilindro al di sopra dello stantuffo aprendo la valvola C e inferiormente al medesimo coll'aprire la valvola C'.

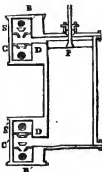



Fig. 15.

Supponiamo che lo stantuffo sia presso al cielo del cilindro, che lo spazio al di sotto di esso sia pieno di vapore puro e che sieno aperte le valvole S e C' e chiuse le valvole C ed S' come è mostrato dalla figura 15. Il vapore della caldaja arrivando dunque per mezzo della valvola aperta S premerà lo stantuffo all'ingiù, mentre quello che riempie al di sotto di esso il cilindro passerà per la valvola aperta C' nel tubo di sfogo. Lo stantuffo verrà dunque cacciato abbasso dall'azione che gli esercita al di sopra il vapore. Quando arriva al fondo del cilindro vengono chiuse le valvole S e C' e aperte le valvole S' e C come si vede nella figura 16.

Il vapore entrerà adesso per la valvola aperta S' e per il canale D' al disotto dello stantuffo, mentre quello che ha finito di cacciarlo a basso, e che riempie il cilindro al di sopra dello stantuffo, verrà condotto via per la valvola aperta C e per il tubo di emissione, lasciando un vuoto nel cilindro al di sopra dello stantuffo. Lo stantuffo sarà dunque spinto all'insù dall'azione del vapore che gli stà sotto, e ascenderà colla stessa forza colla quale è disceso.

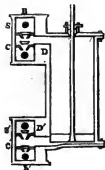



Fig. 16.

Il moto alternativo dello stantuffo all'insù e all'ingiù può evidentemente continuarsi coll'aprire e col chiuder alternativamente quelle coppie di valvole. Ogni volta che lo stantuffo è in cima al cilindro, come si vede nella figura 15, sono aperte le valvole S e C' cioè la valvola superiore di ammissione e la valvola inferiore d'emissione e sono chiuse le valvole S' e C cioè l'inferiore d'ammissione e la superiore d'emissione; e quando lo stantuffo è giunto al fondo del cilindro, come nel caso della figura 16, sono aperte invece le valvole C ed S' cioè la superiore d'emissione e la inferiore di ammissione e chiuse le valvole S e C' cioè la superiore d'ammissione e l'inferiore di emissione.

Se quelle valvole, come abbiamo supposto, vengono aperte e chiuse nei momenti in cui lo stantuffo tocca il cielo ed il fondo del cilindro, è evidente che tutte possono essere governate da una sola manovella collegata ad esse per mezzo di un opportuno meccanismo. Quando lo stantuffo giunge alla cima del cilindro questa manovella dovrebbe operare in modo di aprire le valvole S e C' e di chiudere contemporaneamente S' e C; e quando lo stantuffo giunge al fondo dovrebbe agire in modo di chiudere le valvole S e C' e di aprire le valvole S' e C.

XXX.

I mezzi più generalmente usati di aprire e di chiudere i passaggi del vapore sono specie di coperchi scorrevoli su di essi chiamati *cassetti*, ed hanno forme svariatissime quantunque non differiscano che di ben poco l'uno dall'altro quanto al principio sul quale è fondato il loro modo di agire. La descrizione di uno di questi apparecchi, il quale è mostrato dalle figure 17 e 18, renderà facile l'intendere la maniera in cui producono il voluto effetto. AB è una

camera a tenuta di vapore fissata da un lato al cilindro; EF è una verga che riceve un movimento alternativo di salita e di discesa dall'eccentrico o da una qualunque altra parte della macchina destinata a far muovere il cassetto. Questa verga passando traverso ad una scatola a stoppa mena su e giù il cassetto G; S è la bocca del tubo del vapore veniente dalla caldaja; T quella del tubo del vapore che mette al condensatore; H è un canale che sbocca alla cima ed I un altro che sbocca al fondo del cilindro. Nella posizione del cassetto rappresentata dalla figura 17, il vapore proveniente dalla caldaja per S percorrendo il condotto H entra nel cilindro verso la cima, mentre il vapore della parte inferiore di questo passa per il condotto I nel tubo T e va al condensatore. Quando la verga EF venga alzata fino alla posizione in cui è rappresentata dalla figura 18, allora il condotto H è posto in comunicazione col tubo T, mentre il condotto I vien fatto comunicare col tubo S. Pertanto il vapore entra per I nella caldaja al di sotto dello stantuffo, mentre l'altro ch'era al di sopra di questo passando per H nel tubo T, è avviato al condensatore. Per tal modo un solo cassetto G compie l'ufficio delle quattro valvole descritte nel Par. 29.

Fig. 17.

Fig. 18.

XXXI.

La figura 19 presenta un'altra forma di cassetto. Il tubo del vapore proveniente dalla caldaja e che è figurato in AA' comunica coi condotti S ed S' che sboccano alla cima e al fondo del cilindro. I bocchelli di questi condotti sono fatti di ferro o di altro metallo duro, fuso sul fianco del cilindro. Questi bocchelli presentano esternamente una superficie liscia su cui scorrono i cassetti B e B' che hanno pure la base assai levigata. I cassetti B e B' sono uniti a cerniera alle aste E E' scorrevoli traverso delle scatole a stoppa, e questa congiunzione è fatta in maniera da permettere che le basi dei cassetti sieno distaccate dalla liscia superficie dei bocchelli dei condotti, quando non sieno premuti contro di questi.

Il vapore nel tubo A A' premendo da tergo i cassetti B e B' ne terrà le basi in contatto a tenuta di vapore colla levigata superficie di quelle imboccature. Questi cassetti si ponno aprire o chiudere mediante un opportuno congegno a qualunque punto della corsa dello stantuffo. Quando il vapore dev'essere introdotto al cielo del cilindro dev'essere alzato il cassetto superiore e quindi aperto il condotto S, e quando lo si deve introdurre al fondo del cilindro deve essere alzato il cassetto inferiore e aperto il passaggio S'; la comunicazione del vapore col cielo o col fondo del cilindro viene

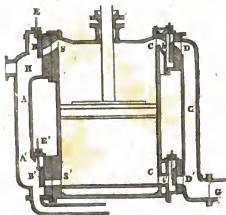



Fig. 19.

poi intercettata coll'abbassare rispettivamente quei due cassetti. All'altro lato del cilindro sono praticati due canali C e C' che mettono in un tubo G il quale si prolunga fino al condensatore. Su questo tubo sono fuse delle imboccature di ferro od altro metallo, le quali presentano una superficie levigata verso il cilindro e che per mezzo dei passaggi D e D' mettono rispettivamente in comunicazione la cima e il fondo del cilindro col tubo G diretto al condensatore. Due cassetti *b* e *b'* a basi lisce volte dalla parte opposta del cilindro e premuti contro le superficie delle imboccature DD', sono messi in moto da verghe scorrevoli entro scatole a stoppa nel modo superiormente descritto. Poichè le basi di questi cassetti sono volte oppostamente al cilindro, il vapore del cilindro che comunica liberamente con essi tende colla sua pressione a mantenerli in contatto a tenuta di vapore colle superficie in cui sono praticate le aperture che guidano

al condensatore. Questi due cassetti si ponno aprire e chiudere a norma del bisogno.

Quando lo stantuffo comincia a discendere viene alzato il cassetto superiore d'ammissione in modo di aprire il passo S e di lasciar entrare il vapore al di sopra dello stantuffo: nello stesso tempo viene alzato il cassetto inferiore di emissione *b'* in modo di permettere al vapore sotto allo stantuffo di sfuggire per G, e gli altri due passaggi S' e C rimangono chiusi dai rispettivi cassetti. Il cassetto che governa S viene abbassato a quel punto della corsa dello stantuffo a cui si vuole sospendere l'entrata del vapore, rimanendo al loro posto gli altri cassetti, e quando lo stantuffo è giunto al fondo del cilindro il cassetto d'ammissione più basso apre il passaggio S' e il cassetto superiore di emissione apre il passo C mentre l'altro cassetto di emissione chiude il passaggio C'. Il vapore entrando per S', sotto allo stantuffo, e venendo in pari tempo sottratto il vapore che gli sta di sopra per il passo aperto C e pel tubo G, lo stantuffo è forzato ad ascendere. Giunto al punto a cui si vuol cessare l'introduzione del vapore si abbassa il cassetto che governa S', rimanendo gli altri al loro posto e la corsa di ascesa si effettua nello stesso modo di quella di discesa.

Questi quattro cassetti ponno essere comandati da una sola manovella od anche essere mossi da congegni separati. Per la piccolezza degli spazii lasciati fra i diversi cassetti e il corpo del cilindro è evidente che in questa disposizione è assai piccolo il disperdimento del vapore.

XXXII.

L'introduzione e l'uscita del vapore è talvolta governata da robinetti, e più particolarmente in quelle macchine che sono costruite in piccole dimensioni. La forma più comune dei robinetti è quella di un turacciolo cilindrico o leggermente conico, inserito in una apertura di corrispondente grandezza (fig. 20), a traverso al tubo o condotto che il robinetto è destinato ad aprire ed a chiudere. Il robinetto è trapassato da uno o da più fori, e quando lo si volga in guisa che questi fori sieno nella direzione del tubo, è aperto il passaggio lungo di questo: ma quando il canale che traversa il robi-

Fig. 20.

netto sia disposto ad angolo retto colla direzione del tubo, allora i fianchi del tubo chiudono le imboccature del canale del robinetto e viene intercettato il passaggio per il condotto. Un robinetto semplice serve ad aprire e a chiudere il passo per un singolo tubo. Quando il robinetto è volto, come nella figura 21, in maniera che il canale che lo attraversa sia perpendicolare alla lunghezza del tubo, allora è impedito il passaggio lungo di questo; ma se facendogli fare un quarto di giro si volge il robinetto nella posizione della figura 22,

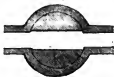



Fig. 21. Fig. 22.

allora il canale che lo traversa è nella direzione del tubo, il robinetto è aperto ed è libero il passaggio lungo il tubo. Mediante un robinetto di questa fatta si può anche *soffocare* più o meno il passo aggiustando la positura del robinetto in guisa che parte dell'apertura del suo canale venga coperta dalla superficie laterale del tubo.

XXXIII.

Si ha spesse volte bisogno di porre in comunicazione un tubo o condotto alternativamente con due altri; a questo intento serve un ***robinetto a due fori.*** Nei robinetti di questa sorta il canale è ricurvo e le sue aperture sono ordinariamente in punti della superficie del robinetto distanti fra loro di 90°. Quando abbisogni di porre in comunicazione quattro condotti a due a due alternativamente, si adopera un ***robinetto a quattro fori.*** Questo robinetto contiene due canali ricurvi, (figura 23) simili ciascuno al canale ricurvo del robinetto a due fori. Sieno S B C T i quattro tubi che si vogliono porre in comunicazione alternativamente a due a due. Quando il robinetto è nella posizione della figura 23, il tubo S comunica con T e il tubo C con B. Voltando il robinetto di un quarto di giro, (fig. 24) si fa comunicare il tubo S con B e il tubo C con T: e se si continua a volgere il robinetto interpolatamente di un quarto di giro per volta, si riprodurranno alternativamente questi scambii di comunicazioni; e per questo è evidente che basta girare il robinetto sempre nella medesima direzione.

Il robinetto a quattro fori è adoperato talvolta in sostituzione alle valvole ed ai cassetti, per distribuire il vapore al cilindro e per levarglielo. Rappresentino S un tubo che conduca il vapore della caldaja, C il tubo di sfogo, T il tubo che mette alla cima e B quello che mette al fondo del cilindro; quando il robinetto sarà nella posizione della figura 23 il vapore passerà dalla caldaja nella parte su-

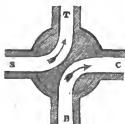



Fig. 23.

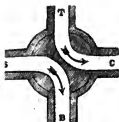



Fig. 24.

periore del cilindro, mentre verrà aperto uno sfogo al vapore di sotto allo stantuffo; e quando è nella posizione della figura 24 il vapore entra nella caldaja nella parte inferiore del cilindro e il vapore di sopra allo stantuffo trova libera la uscita. Così col ruotare di un quarto di giro per volta il robinetto verso la fine di ogni corsa dello stantuffo, sarà resa continua l'operazione della macchina.

XXXIV.

Da quanto si è stabilito si comprenderà come l'effetto meccanico della macchina a vapore, dipenda, a parità delle altre circostanze, dall'eccesso della pressione del vapore che spinge lo stantuffo sulla reazione di quello che gli sfugge dinanzi da quella estremità del cilindro verso cui lo stantuffo si muove. Diminuendo dunque di quanto è possibile tale reazione verrà accresciuta l'efficacia della macchina.

Le macchine a vapore sono ripartite in due classi distinte, a norma della maniera in cui si dispone del vapore che ha lasciato il cilindro, chiamandole macchine a condensazione, o senza condensazione, oppure più comunemente sebbene con minor proprietà, macchine a bassa o ad alta pressione. Questa seconda denominazione si è detta viziosa, perchè sebbene le macchine senza condensazione devono necessariamente funzionare col vapore a pressione elevata, non è però necessario che quelle a condensazione lavorino col vapore a bassa pressione, come in breve si vedrà.

Nelle macchine senza condensatore o ad alta pressione i tubi di emissione del vapore dai cilindri sboccano all'aria libera: nelle macchine a condensazione od a bassa pressione essi mettono in un apparecchio dove il vapore vien *condensato*, chiamandosi così il processo con cui lo si ritorna allo stato di acqua esponendolo al freddo.

XXXV.

Nelle macchine senza condensatore il tubo di emissione comunicando coll'aria esterna, quest'aria, quando sia aperta la valvola di uscita, avrà una tendenza a precipitarsi nel cilindro, mentre il vapore all'incontro tende a precipitarsene fuori. Se, in tal caso, la tensione del vapore non superasse la pressione atmosferica, la sua uscita verrebbe impedita dalla contropressione dell'aria e siccome la pressione del vapore è la misura del suo effetto sullo stantuffo, ne segue che in questa classe di macchine a vapore l'azione del vapore sullo stantuffo deve superare di alquanto la pressione atmosferica, la quale, come si è mostrato nel nostro Trattato sull'*Aria*, ascende per media a 15 libbre per pollice quadrato (1).

Poichè, dunque, lo stantuffo delle macchine senza condensatore è sottoposto di necessità e di continuo ad una reazione che sorpassa le 15 libbre per pollice quadrato, la tensione del vapore che lo spinge deve superare di molto le 15 libbre per pollice quadrato. Così, una pressione di 30 libbre per pollice quadrato produrrà un effetto assai minore di un carico di 15 libbre per pollice quadrato, perchè, oltre la reazione dell'aria contro il vapore, l'attrito presenta una nuova resistenza alla forza d'impulsione. Una pressione di 45 libbre per pollice quadrato darebbe una forza effettiva minore di 30 libbre per pollice quadrato e così di seguito.

Nonostante lo svantaggio di questa reazione allo stantuffo e la conseguente necessità di una caldaja atta a produrre il vapore ad una pressione elevata, le macchine senza condensatore presentano in compenso parecchi vantaggi che non solo le rendono in certi casi preferibili a quelle a condensazione, ma sono talvolta efficaci ove sarebbe al tutto impraticabile l'uso delle macchine a condensazione.

(1) Corrispondenti a chilogrammi 1,033 per centimetro quadrato.

XXXVI.

Nelle macchine a condensazione, i tubi di emissione che derivano dai capi del cilindro conducono ad un serbatojo o recipiente dove il vapore, esposto al freddo, è riconvertito in acqua. Ora siccome un piede cubico di vapore ritornando allo stato liquido produce quasi appena un pollice cubico d'acqua, è chiaro che, dirigendo efficacemente il processo della condensazione, si può ritenere che il vapore sfuggito dal cilindro passi nel vuoto, e che perciò non solo non sia soggetto alla resistenza dell'atmosfera, ma a nessun' altra resistenza se si tolgano quelle che ponno derivare dalle impiccolite dimensioni del tubo di emissione. Di più, la trasformazione del vapore in acqua essendo pressochè istantanea, la reazione che accompagna la sua uscita dal cilindro, piccola come è, è anche solo momentanea, ed opera sullo stantuffo unicamente al principio della corsa, durante il resto della quale questo non è soggetto a reazione di sorta.

Così è manifesto che nelle macchine a condensazione la pressione del vapore che spinge lo stantuffo invece di incontrare come in quelle senza condensatore una reazione eccedente le 15 libbre per pollice quadrato, è appena soggetto a qualche reazione, e che per conseguenza la sua pressione, per essere efficace, basta che sia di poche libbre, dalle 4 alle 6, per pollice quadrato. È per questa ragione che le macchine a condensazione si chiamano ordinariamente macchine a bassa pressione.

Ma quantunque in questa classe di macchine si *possa* adoperare vapore a bassa pressione, e nella maggior parte dei casi lo *si adoperi*, pure non è usato così esclusivamente nè di necessità. Il vapore può lavorare in esse a qualunque pressione per quanto alta, e l'apparato di condensazione presterà sempre un eguale servizio. In certe applicazioni della macchina, il vapore ad una pressione superiore di parecchie volte a quella dell' atmosfera, funziona molto vantaggiosamente in macchine costruite su questo principio.

XXXVII.

Poichè l'apparato di condensazione presta così importanti servigi, sarà cosa utile il mostrarne la struttura e la disposizione in connessione allo stantuffo ed al cilindro.

La figura 25 presenta una sezione di questo apparecchio. Una cassa C C è piena di acqua fredda, nella quale sta immerso un vaso

metallico B, chiamato il condensatore. Un tubo SS mette in comunicazione il condensatore col tubo di emissione del cilindro del quale SS si può considerare come il prolungamento. Nel condensatore entra un tubo ripiegato all'insù. Questo è terminato con un bocchello per-

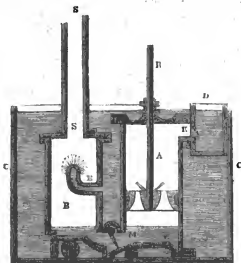



Fig. 25.

tugiato da tanti buchi come il soffione d' un inaffiatojo e l'acqua fredda della cassa CC venendovi spinta lungo il tubo E zampilla nel condensatore, come si vede nella figura. Il vapore, uscito dal cilindro per il tubo SS, incontrando questo zampillo freddo ne viene istantaneamente condensato, e mescolandosi coll'acqua fredda del getto, ne risulta dell'acqua calda la quale si raccoglie sul fondo del condensatore.

Se non si provvedessero dei mezzi all'intento di rimuovere quest'acqua, in breve il vaso B ne sarebbe soffocato in maniera da incagliare le funzioni dell'apparecchio.

XXXVIII.

Ma ecco un altro effetto che ora ci importa di spiegare. L'acqua comunemente contiene sempre più o meno dell'aria che le aderisce o che le è mescolata assieme. L'aria così aderente all'acqua della cassa CC si svolge in quantità maggiore o minore per effetto del ca-

lore a cui viene esposta quando vi si mescola il vapore nel vaso B. Quest' aria, sollevandosi nel tubo SS, presenta più o meno di resistenza all' uscita del vapore e reagisce contro lo stantuffo a scapito della potenza motrice, e qualora non venisse espulsa, accumulandosi in breve rallenterebbe ed anche arresterebbe del tutto l' azione della macchina.

Quest' aria, e così pure l'acqua calda raccolta sul fondo del condensatore, vengono levate da una tromba A, chiamata la *tromba ad aria*, a motivo che la si adopera a scacciare l'aria di cui ora si è discorso. Nell' embolo di questa tromba vi sono delle valvole che si aprono all' insù, cosichè quando lo stantuffo venga abbassato l' acqua e l' aria sono costrette a passare traverso quelle valvole e quando lo si tiri in alto esso solleva quell' acqua e quell' aria che hanno attraversato le valvole e le caccia in un piccolo serbatojo D, traverso una valvola K. Questo serbatojo D si chiama il pozzo caldo perchè l' acqua che vi si depone ha una temperatura più o meno elevata dovuta al vapore che ne è stato condensato.

L' ascesa dell' embolo della tromba ad aria ha pure l' effetto di estrarre, come si suol dire, per aspirazione l' acqua e l' aria calda dal condensatore B attraverso alla valvola M che è nel fondo sul corpo di tromba, dal quale non ponno ritornare nel condensatore perchè la valvola M si apre verso la tromba ad aria e la pressione che eserciterebbero per ritornare basta a tenerla chiusa nel modo il più fermo.

XXXIX.

Il continuato afflusso del vapore nel vaso B, e il continuato passaggio dell' acqua per il medesimo, per la pompa ad aria e per il pozzo D, alla fine innalzerebbero la temperatura dell' acqua nella cassa CC in cui è immerso il condensatore ad un punto tale che il getto zampillante nel condensatore non sarebbe più freddo abbastanza per condensarvi il vapore.

A prevenire questo effetto si adopera una tromba detta la tromba ad acqua fredda, che spinge nella cassa una sufficiente quantità di acqua fredda. Quest' acqua viene introdotta presso al fondo della cassa e presso alla sommità vi si trova un tubo di sfogo per cui effluisce l' acqua calda che si raduna sempre presso al fondo superiore. In tal modo la temperatura dell' acqua nella cassa CC è mantenuta abbastanza bassa malgrado il calorico proveniente dal condensatore.

XL.

Ad impedire l'accumulazione dell'acqua calda nel pozzo D, vi è unita una tromba chiamata la tromba ad acqua calda da cui viene sottratta quell'acqua ed avviata all'apparato d'alimentazione della caldaja. Così una parte del calore emesso dal vapore condensato e che ha già compiuto il suo dovere nel muovere lo stantuffo, ritorna alla caldaja per ricominciarvi da capo le sue funzioni.

Riassumendo dunque, l'apparato di condensazione consiste nella cassa fredda CC, nella tromba ad acqua fredda che gliela somministra, nel condensatore B, nella tromba ad aria A, nel pozzo caldo D e nella tromba ad acqua calda destinata ad estrarre l'acqua da questo.

Fornelli nella City Saw Mills.

Capitolo Terzo.

XLI. Meriti comparativi delle due specie di macchine. — XLII. Varii metodi di trasmettere il movimento. — XLIII. Descrizione d'una macchina fissa. — XLIV. Il moderatore. — XLV. L'eccentrico. — XLVI. Il volante. — XLVII. Il parallelogrammo. — XLVIII. Indicatore a barometro. — XLIX. Come si calcoli la forza effettiva che muove lo stantuffo. — L. Questo metodo non è ritenuto abbastanza esatto. — LI. Indicatore. — LII. Modo di registrarne le posizioni. — LIII. Sua applicazione alla ricerca della forza effettiva. — LIV. Contatore di Watt. — LV. Conclusione.

XLI.

Risulterà peraltro evidente che non tutto il vantaggio derivato dalla diminuita reazione allo stantuffo prodotta dalla condensazione del vapore è da tenersi in conto di aumento della forza motrice, quando si considera che una parte non trascurabile della forza così guadagnata viene poi assorbita dalla tromba ad acqua fredda, dalla tromba ad aria e dalla tromba ad acqua calda, le quali tutte sono poste in azione dalla macchina.

Nè il vuoto dalla parte verso cui muove lo stantuffo è così perfetto come potrebbe credersi a prima vista. In pratica non si è potuto ottenere di mantenere l'acqua del condensatore ad una temperatura inferiore ai 100°, e a questa temperatura se ne svolge del vapore ad una tensione di quasi una libbra per pollice quadrato, il quale, oltre al resto reagirà contro lo stantuffo.

Confrontando dunque le macchine senza condensazione con quelle a condensazione è manifesto che mentre queste ultime producono in complesso una forza motrice assai maggiore colla stessa rapidità di vaporizzazione e quindi a pari consumo di combustibile, il meccanismo delle prime è assai più semplice, il peso minore, le spese di costruzione e di manutenzione più piccole e il loro trasporto assai più agevole.

XLII.

Da quanto è stato spiegato si sarà inteso come l'asta dello stantuffo venga fatta muovere, con quella forza che si vuole, alternativamente in una direzione e nella contraria per uno spazio eguale alla corsa dello stantuffo, o, ciò che è lo stesso, alla lunghezza del cilindro.

Sono estremamente varie le maniere con cui questo movimento viene applicato all'ufficio a cui è destinata la macchina. Talvolta l'estremo dell'asta dello stantuffo è collegato con quello di un bilanciere a cui imprime un movimento oscillatorio somigliante a quello del manubrio d'una tromba. Altre volte lo si mette in connessione con una manovella da cui viene posto in rotazione un asse od albero, nella stessa maniera che un uomo manovrando un argano obbliga una corda ad avvolgersi intorno all'albero di questo. Altre volte ancora viene collegato con una ruota a cui comunica un movimento rotatorio, come nelle locomotive di parecchie forme. In breve gli espedienti per cui si applica il movimento alternativo dello stantuffo al lavoro particolare che deve essere compiuto dalla macchina, sono così numerosi e differiscono tanto l'uno dall'altro che sarebbe affatto impossibile l'includerli tutti in una notizia generale.

XLIII.

Affine, però, di porgere qualche idea di uno dei metodi più comuni di trasmettere il movimento dello stantuffo prenderemo il caso delle macchine a vapore generalmente adoperate a muovere il mec-

canismo della classe più vasta di officine, e di cui la fig. 26 presenta una veduta. Dopo quanto abbiamo esposto se ne potranno intendere facilmente le diverse parti senza bisogno di ulteriore spiegazione.

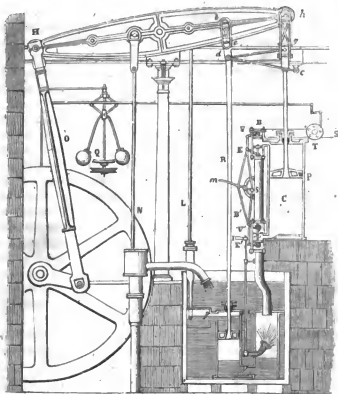



Fig. 26.

C è il cilindro del vapore.

P lo stantuffo.

V, V' le valvole per l'ammissione e per l'emissione del vapore a ciascun capo del cilindro.

R l'asta dello stantuffo della tromba ad aria.

L l'asta dello stantuffo della tromba ad acqua calda.

N l'asta dello stantuffo della tromba ad acqua fredda.

I il manubrio del robinetto per cui si può regolare la forza del getto nel condensatore.

b, *d*, *g*, *e*, un sistema di verghe collegate chiamato il para-

grammo, per mezzo del quale si rende compatibile il movimento ad arco di cerchio del bilanciere con quello rettilineo dell'asta dello stantuffo.

h chiavarda all'estremità del bilanciere collegata coll'estremità dell'asta dello stantuffo per mezzo del regolo *hq*.

b chiavarda del bilanciere collegata coll'asta dello stantuffo della tromba ad aria per mezzo del regolo *bd*.

H chiavarda all'estremo operativo del bilanciere.

O asta chiamata *regolo d'unione* (in francese *bielle*) per cui l'estremo H del bilanciere è collegato con una manovella fissa all'albero principale che ne deve essere posto in rotazione.

m una leva congiunta ad un sistema di regoli da cui vengono aperte e chiuse le valvole V e V' d'ammissione e d'emissione del vapore al cielo ed al fondo del cilindro. Questa leva *m* è fatta giuocare da due punte che sporgono dall'asta dello stantuffo della tromba ad aria, e che si vedono nella figura. Quando lo stantuffo discende la punta superiore urta il braccio *m* il quale chiude la valvola superiore d'ammissione e la più bassa di emissione ed apre l'inferiore d'ammissione e la più alta d'emissione cosicchè il vapore viene introdotto per di sotto e sottratto per di sopra allo stantuffo e questo per conseguenza è spinto verso l'alto. Quando la corsa d'ascesa è quasi terminata, la punta inferiore dell'asta R urta il braccio *m*, tirandolo all'insù, e chiude la valvola superiore d'uscita e l'inferiore d'entrata del vapore mentre apre le altre due per cui lo stantuffo viene ricondotto all'ingiù.

Questa maniera di manovrare quelle valvole è ben di rado seguita al presente e le viene sostituito un altro congegno che adesso ci faremo a descrivere.

S è il tubo da cui il vapore proveniente dalla caldaja è distribuito al cilindro per muovervi lo stantuffo. Esso comunica ai due capi col cilindro per mezzo di un canale S' parallelo al medesimo.

T è il manubrio d'una valvola chiamata valvola di soffogamento la quale si trova nell'interno del tubo S e che può essere volta dal manubrio in modo da restringere o da allargare più o meno il passaggio al vapore. Con questo mezzo può aumentarsi o diminuirsi la quantità di vapore somministrata al cilindro.

Q è un sistema di due sfere mobili chiamato il moderatore, a cui si congiunge il manubrio della valvola di soffogamento per via d'una serie di leve e di regoli costrutti in modo che quando le palle divergono dall'asse del regolatore la valvola si chiude più o meno e quando ricadono su quell'asse la valvola si apre del tutto. Quelle

sfere ricevono un movimento di rotazione dall'albero principale su cui è stabilita la manovella, per mezzo di una correggia o di ruote dentate. In ogni caso la loro velocità di rotazione sarà proporzionale a quella dell'albero. In tutte le applicazioni delle macchine alle manifatture od alle arti, vi è una certa determinata velocità che deve essere impressa all'albero. Se la distribuzione del vapore al cilindro fosse troppo abbondante il movimento prodotto nell'albero sarebbe troppo veloce; se invece la prima fosse scarsa il movimento dell'albero sarebbe troppo lento.

Il moderatore serve ad impedire queste irregolarità nel movimento. All'istante che il movimento comincia a farsi troppo rapido la forza centrifuga prodotta dalla rotazione obbliga le sfere ad allontanarsi, a divergere dall'asse e quindi a chiudere più o meno la valvola di soffogamento. Se all'incontro il movimento prende a farsi troppo lento, le palle ricadono, s'avvicinano all'asse ed aprono la valvola di soffogamento. Così ogni indebito aumento di celerità diminuisce la somministrazione del vapore, e modera la velocità; ed ogni indebita diminuzione di celerità accresce la somministrazione del vapore e aumenta la velocità. In questa maniera l'azione del moderatore mantiene una velocità regolare nel movimento della macchina.

XLIV.

Il modo in cui il moderatore apre la valvola di soffogamento s'intenderà meglio coll'ajuto della fig. 27. Una piccola carrucola A B è attaccata ad un asse verticale imperniato in due zoccoli C e D su cui può girare. Una correggia perpetua abbraccia la scanalatura A B e sopra opportune rotelle è avviata all'asse del volante dove abbraccia similmente una scanalatura. Quando questa correggia è tesa in modo conveniente il moto del volante fa girare la carrucola A B in modo che la velocità di questa va soggetta a tutte le variazioni che ponno occorrere nella velocità dell'altro. Per questo mezzo si può ritenere che la velocità della carrucola A B rappresenti quella del volante e del meccanismo che mette in movimento l'asse del volante.

È evidente che si potrebbe conseguire lo stesso effetto sostituendo alla carrucola A B una ruota dentata che si collegasse coll'albero del volante per via di altre ruote dentate e di opportuni alberi ed assi.

Sull'asse verticale vi è un anello o collare E che vi può scorrere liberamente all'insù ed all'ingiù. A questo sono attaccate per mezzo di cerniere due piccole leve, E F, che giocano liberamente entro quelle cerniere o giunture. In F queste leve sono unite a cerniera con al-

tre due leve FG, le quali si incrocicchiano in H dove sono trapassate da un chiodo o da una caviglia che le assicura all'albero verticale CD; ed a queste ultime è concesso di girare agevolmente intorno alla caviglia H dove s'incrocicchiano. Alle loro estremità G sono attaccate

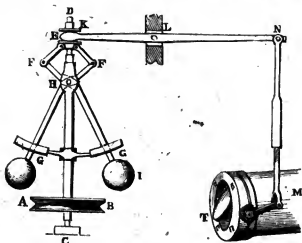



Fig. 27.

due pesanti sfere di metallo. Le leve FG passano traverso ad una fessura longitudinale praticata in un arco metallico fissato all' asse verticale nella quale possono scorrere a lungo quell'arco. Se le sfere sono fatte divergere dall'asse verticale è evidente che gli estremi F di queste leve saranno tirati all'ingiù e che per conseguenza dovranno pure abbassarsi le cerniere in E. Infatti l'angolo EFH si farà più acuto e l'angolo FEF più ottuso. Per questo mezzo anche l'anello scorrevole E verrà forzato a discendere. A questo anello scorrevole E ed immediatamente al di sopra è attaccato un collare scanalato che insieme all'anello E può scorrere su e giù lungo l' asse verticale. La scanalatura del collare è abbracciata dalle punte d'una forchetta K formata all' estremità d' una leva KL la quale ha il suo punto di appoggio in L. Disposte le cose in questa maniera, quando la divergenza delle palle obbliga il collare E ad abbassarsi, anche la forchetta K, le cui punte sono inserite nella scanalatura del collare, è similmente tirata abbasso; e, al contrario, quando al ricadere delle palle verso l' asse verticale il collare E vien fatto salire, anche la forchetta K è similmente tirata in alto.

Il salire e l' abbassarsi della forchetta K produce di necessità un

movimento contrario all' altra estremità N della leva. Questa estremità è congiunta per mezzo di un' asta o di un sistema di aste coll' estremità M della piccola leva che muove la valvola di soffogamento T. Per questi mezzi il ricadere delle palle verso l'asse verticale ed il divergerne produce un movimento corrispondente sulla valvola di soffogamento: e l'assieme dei movimenti è combinato in guisa che la divergenza delle sfere fa chiudere la valvola, e il loro ricadere verso l'asse verticale la fa aprire.

Inteso questo congegno, supponiamo che, sia per essersi diminuita la resistenza da vincersi colla macchina, sia per essersi accresciuta l'attività della caldaja, la velocità tenda ad aumentarsi. Ne verrà pure impressa una velocità maggiore alla carruccola AB, e quindi anche accresciuta la rapidità con cui ruotano le palle. La forza centrifuga che nasce dal loro movimento tenderà dunque a farle allontanare maggiormente dall'asse, cioè a farle divergere. Allora, per il congegno poc' anzi spiegato, verrà chiusa parzialmente la valvola di soffogamento T, per cui si diminuirà la somministrazione del vapore al cilindro e ne verrà in conseguenza mitigata l'energía della forza motrice. Sarà così impedito un indebito aumento di rapidità.

Se, invece, o perchè si accresca la resistenza da vincersi colla macchina, o perchè sia diminuita l'attività della caldaja, scema la rapidità della macchina, anche nella carrucola AB avrà luogo una corrispondente diminuzione di velocità. Perciò le palle gireranno meno celeramente, e diminuirà la forza centrifuga prodotta dalla loro rotazione. Questa forza non essendo più efficace in modo da neutralizzare l'azione della gravità su di loro, esse ricadranno verso l'albero, per cui, nel modo anzi esposto, la valvola di soffogamento sarà obbligata ad aprirsi maggiormente. Verrà quindi accresciuta la somministrazione del vapore al cilindro e la velócità della macchina verrà ritornata al grado conveniente.

XLV.

Il metodo di muovere le valvole col mezzo di punte sporgenti dal manubrio della tromba ad aria è il più delle volte surrogato da un apparecchio chiamato l'*eccentrico* per mezzo del quale il movimento dell'albero del volante fa aprire e chiudere le valvole nel momento opportuno.

L'eccentrico è un cerchio di metallo attaccato ad un albero in modo che il suo centro non coincida coll'asse di rotazione dell'albero. Immaginiamo che G (figura 28) sia un albero di rotazione a sezione

quadrata. In un disco metallico, BD, avente il centro in C, sia ritagliato un foro quadrato di grandezza corrispondente alla sezione dell'albero G; e s'introduca l'albero in questa apertura cosicchè il disco BD sia fissato all'albero e possa girare con lui quando l'albero

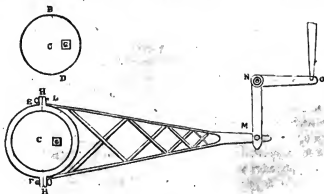



Fig. 28.

prende a ruotare. Il centro C del disco girerà intorno al centro G dell'albero di rotazione e descriverà intorno ad esso delle circonferenze aventi per raggio la distanza fra il centro C del disco e l'asse di rotazione dell'albero.

Il disco fissato in tal guisa ad un albero e girevole con esso è un *eccentrico*.

Sia EF un anello metallico, formato da due semicirconferenze di metallo avvitate l'una coll'altra in H in modo che girando le viti si possa allargare o restringere entro certi piccoli limiti il vano circolare compreso dall'anello. Si ritenga questo vano circolare eguale in grandezza all'eccentrico BD. All'anello circolare EF sia attaccato un braccio LM. Quando l'eccentrico è circondato dall'anello e le viti sono girate di tanto da permettere all'eccentrico di rivolgersi entro l'anello, allora, al ruotare dell'eccentrico, siccome l'anello non partecipa al suo movimento di rotazione, il braccio LM verrà spinto alternativamente a destra ed a sinistra dal movimento rotatorio del centro C dell'eccentrico intorno all'asse G dell'albero. Allorchè il centro C dell'eccentrico si troverà nella stessa orizzontale del centro G dell'albero ed a sinistra del medesimo, la posizione del braccio LM sarà quella rappresentata dalla figura 28; ma, dopo una mezza rivoluzione dell'asse principale, quando il centro C dell'eccentrico sarà passato dall'altra parte del centro G, allora il punto M si tro-

vera portato innanzi verso destra di una distanza eguale al doppio della distanza CG. Così al girare dell'eccentrico entro l'anello EF, quest'anello ed il braccio LM, con esso, sono spinti alternativamente a destra ed a sinistra di un tratto eguale al doppio della distanza fra il centro dell'eccentrco e l'asse dell'albero di rotazione.

All'estremità del braccio LM supponiamò fatta un' intaccatura capace di abbracciare una leva, NM, girevole intorno ad un fulcro N; il moto dell'eccentrico impartirà a questa leva un movimento alternativo da destra a sinistra e viceversa.

Si concepisca ora che un'altra leva, NO, sia congiunta ad angolo retto con MN in modo di formare una specie di gomito da campanello; allora, il movimento impresso ad M da destra a sinistra ne produrrà uno all'insù ed all'ingiù nell'estremità O della leva NO. Se questo ultimo punto O sarà attaccato ad un braccio o ad una verga verticale, comunicherà al braccio od alla verga un movimento di saliscendi l'estensione del quale verrà regolata dalle rispettive lunghezze dei bracci di leva.

Con un simile congegno si ottiene che il moto di rivoluzione dell'albero produca un movimento verticale alternativo della voluta estensione in un'asta verticale situata presso al cilindro la quale può essere collegata colle valvole in maniera di aprirle e di chiuderle. Siccome il movimento verticale di salita e di discesa di questa verga è governato dal movimento alternativo del centro C a destra ed a sinistra dell'asse G, è chiaro che per questa disposizione dell'eccentrico sull'albero, le valvole ponno essere aperte o chiuse ad una voluta posizione delle leve e quindi anche ad una voluta posizione dello stantuffo nel cilindro.

Questo è il congegno da cui sono più generalmente manovrate le valvole di qualsivoglia forma nelle macchine a doppio effetto.

XLVI.

Malgrado l'influenza regolatrice del moderatore, il movimento della macchina andrebbe tuttora soggetto a certe ineguaglianze dovute all'azione variabile del regolo d'unione O (figura 26) sulla manovella. È infatti evidente che quest'azione ha la maggiore efficacia quando O si trova ad angolo retto colla manovella, ciò che avviene due volte ad ogni rivoluzione, e che l'efficacia della medesima azione sarà tanto minore quanto più quel regolo è obbliquo rispetto alla manovella.

Ora queste inegualianze sono tolte quasi completamente, se non

anche del tutto, per mezzo di una grande e massiccia ruota di ghisa chiamata il *volante*, fissata sull'albero della manovella in modo di girare collo stesso, come si vede nella detta figura 26. Questa ruota se è ben costrutta e posta accuratamente in bilico sul suo asse incontra pochissima resistenza dall'attrito: è dunque capace di conservare qualunque forza motrice le venga applicata ed è pronta a comunicarla all'albero principale ogniqualvolta il suo asse cessa di venire sollecitato da quella forza. Quando dunque la manovella è in quelle posizioni dove l'azione di quella potenza è più efficace, parte dell'energia di questa potenza è spesa nell'accrescere la velocità della massa di materia che costituisce il volante. Quando la manovella si avvicina ai punti morti, cioè a quelli dove si trova in linea retta col regolo d'unione, l'effetto della potenza motrice sull'albero e sulla manovella gradatamente indebolisce e in quei punti si annulla completamente. Allora entra in giuoco la forza assorbita dal volante e strascina avanti l'albero e la manovella nel loro movimento oltre i punti morti con una velocità di poco inferiore a quella che avevano quando la manovella si trovava nella posizione più favorevole all'azione della potenza motrice.

Con questo espediente, il movimento rotatorio comunicato all'albero dallo stantuffo del cilindro a vapore non è soggetto ad altra variazione che a quella che deriva dalla variazione nel momento della gran massa del volante che è sufficiente a distrigarlo due volte ad ogni rivoluzione dal dilemma meccanico a cui lo espone la sua struttura particolare: e questa variazione di velocità può ridursi piccola quanto si vuole dandò al volante il peso e le dimensioni necessarie.

XLVII.

La combinazione dei regoli fra loro collegati, rappresentata in $cdgb$ nella figura 26, e chiamata *parallelogrammo*, è una fra le molte invenzioni di Watt che ha sempre eccitato la massima ammirazione a motivo della rimarchevole intuizione geometrica che manifestava in uno affatto ignorante di quei principii più avanzati dell'analisi geometrica dai quali dipende la perfezione del suo modo d'agire. Sebbene questo bel congegno sia stato quasi generalmente surrogato da altri di maggiore semplicità, e di sufficiente, sebbene minore, precisione negli effetti, non sarà priva di interesse una breve e popolare spiegazione dei principii sui quali si fonda la sua costruzione.

L'estremità del bilanciere a cui viene collegata la cima dell'asta dello stantuffo, oscillando intorno al suo centro descrive necessariamente un arco di cerchio che volge la convessità alla destra nella figura 26. Ora è palese che se l'estremo g dell'asta dello stantuffo si congiungesse immediatamente a quello del bilanciere, quell'asta sarebbe piegata verso destra lungo la convessità dell'arco mentre l'estremo del bilanciere passerebbe dalla sua posizione più alta o più bassa al mezzo della sua corsa, e che nel suo passaggio da quest' ultima ad una delle prime due posizioni, sarebbe invece piegata verso sinistra. Ora il buon andamento della macchina esige assolutamente che l'asta dello stantuffo non sia esposto a questo sforzo alternativo, ma che sia guidata perfettamente in linea retta coll'asse del cilindro, ed è questo precisamente l'ufficio a cui serve il parallelogrammo.

Come abbiamo già detto, il punto h descrive un arco di cerchio che volge a *destra* la sua convessità. Ora il regolo *cd* o *anello*, come lo si chiama, è mobile attorno ad un centro fisso c e descrive per conseguenza un arco che volge la convessità a sinistra cioè da parte opposta a quella dell'altro. Mentre il punto h trascina l'estremo superiore dell'anello verso la destra, perchè ad esso è volta la convessità dell'arco che percorre, il punto d spinge il punto f verso sinistra, perchè la convessità del suo arco è volta dall'altra parte.

Ora la proporzione delle lunghezze dei regoli è assegnata con tale precisione, che l'effetto del regolo cd di spingere verso sinistra il punto g compensa esattamente quello per cui il bilanciere lo spingerebbe verso la destra: e in conseguenza di questa reciproca compensazione il punto g dove ha luogo la congiunzione coll'estremo dell' asta dello stantuffo non è spinto nè a destra nè a sinistra ma si muove all'insù ed all'ingiù in linea retta.

XLVIII.

All' intento di sorvegliare l'efficacia della macchina e procurare una debita economia di combustibile è necessario che sieno allestiti degli indicatori col mezzo dei quali si possa riconoscere ad ogni istante la forza effettiva che opera sullo stantuffo. Ora questa forza effettiva dipende insieme e dalla pressione del vapore che spinge lo stantuffo e dalla reazione opposta tanto dal vapore non condensato che dai gas che la tromba ad aria non arriva ad estrarre dal condensatore. A questo scopo tutte le grandi macchine fisse a condensazione sono provvedute in conseguenza di due manometri a mercurio.

La forza del vapore che muove lo stantuffo è indicata dal manometro suddescritto e che si vede annesso alla fronte della caldaja, *k*, nella figura 7. La reazione del vapore non condensato e dei gas è indicata da un manometro detto indicatore barometrico, perchè sarebbe effettivamente un barometro se al disotto dello stantuffo si producesse il vuoto perfetto. Esso consiste in un tubo di vetro AB (figura 29), lungo più di 30 pollici, aperto ai due capi e ritto in positura verticale coll' estremità inferiore immersa in una vaschetta di mercurio, C. All'estremità superiore vi è attaccato un tubo metallico il quale comunica col condensatore dove si mantiene un vuoto costante o, meglio, un alto grado di rarefazione. Lo stesso vuoto deve dunque esistere anche nel tubo AB sul livello del mercurio, per cui la pressione atmosferica che si esercita sul mercurio della vaschetta spingerà in alto il mercurio nel tubo finchè la colonna che vi è sostenuta equivalga alla differenza fra la pressione dell'atmosfera e quella del vapore non condensato. La differenza tra la colonna di mercurio sospesa in questo strumento e quella di un barometro ordinario, serve a determinare la forza del vapore non condensato perchè è noto che corrisponde una forza equivalente al carico d' una libbra per pollice quadrato ad ogni due pollici di differenza nelle due colonne. In una macchina ben costrutta ed in buon ordine vi è ben poca differenza d' altezza fra l'indicatore barometrico e un barometro comune.

Fig. 29.

XLIX.

Il calcolo della forza con cui discende lo stantuffo si riduce con questi strumenti a semplicissime operazioni di aritmetica. Verificata dapprima la differenza di livello del mercurio nel manometro, si ottiene da questa l'eccesso della pressione del vapore su quella dell'atmosfera: misurata poi l'altezza del mercurio nell' indicatore barometrico, conosceremo l'eccesso della pressione atmosferica su quella del vapore non condensato. Sommando insieme pertanto quelle due differenze di altezza si otterrà l'eccesso della forza impulsiva del vapore derivante dalla caldaja contro una faccia dello stantuffo sulla resistenza opposta all'altra faccia dal vapore non condensato: e questo ci darà l'effettiva forza d' impulsione. Difatti, siccome corrisponde il carico di una libbra ad ogni due pollici d'altezza nelle due colonne di mercurio menzionate, otterremo espresso in libbre il valore della pressione impulsiva per ogni pollice quadrato dello stantuffo. Trovando in

seguito il numero di pollici quadrati contenuti nella sezione dello stantuffo e moltiplicandolo pel numero delle libbre corrispondenti ad ogni pollice quadrato, il risultato esprimerà la forza motrice.

Dal fin qui detto consegue che per valutare la forza che spinge lo stantuffo, è necessario valersi del manometro e dell'indicatore barometrico. Si può evitare questo doppio computo costruendo un manometro che adempia l'ufficio di entrambi. Se l'estremità C del manometro (fig. 7) invece di essere aperta all'atmosfera, continuasse fino a comunicare col condensatore, la pressione del vapore agirebbe sul mercurio del tubo BA, mentre su quello del tubo BC si eserciterebbe la pressione del vapore non condensato che resiste allo stantuffo. Quindi la differenza del livello del mercurio nei due tubi indicherebbe immediatamente la differenza tra la forza del vapore impellente e quella del vapore non condensato, vale a dire la forza effettiva che preme lo stantuffo.

L.

Per quanto possano sembrare perfetti questi apparecchi, pure si giudicarono insufficienti come indicatori di un elemento di tanta importanza qual'è l'economia della forza del vapore. Se, mentre lo stantuffo percorre da un capo all'altro il cilindro, il vapore agisse realmente su di esso con energia costante, e fosse uniforme del pari la reazione che incontra, allora il manometro e l'indicatore a barometro fornirebbero la misura esatta della forza effettiva. Ma parecchie cause cospirano ad impedire questa uniformità nell'azione e nella reazione.

In primo luogo il fondo del cilindro da cui si diparte lo stantuffo non comunica liberamente colla caldaja per tutt'intera la corsa. Il vapore è sempre intercettato dal chiudersi della valvola d'ammissione prima che sia compiuta la corsa, e se la macchina funziona per espansione, come succede di molte, il vapore è intercettato quando non è fatta che una certa parte della corsa, per es. i tre quarti, i due terzi, la metà e qualche volta perfino un terzo od un quarto. — In tutti questi casi la pressione dello stantuffo dopo che si è chiuso l'ingresso al vapore si fa sempre più piccola a misura che il vapore si espande nel cilindro all'avanzarsi dello stantuffo.

E neppure la reazione è uniforme perchè il liquefarsi del vapore nel condensatore non è assolutamente istantaneo, sebbene assai rapido, ed è ancora più lungi dall'essere istantanea l'estrazione dell'aria e dei gas contenuti nell'acqua che vi si injetta affine di pro-

durre la condensazione. L'azione della tromba ad aria è graduale e in conseguenza la reazione allo stantuffo, considerevole sul principio, si fa gradatamente minore verso il fine della sua corsa.

Ora è chiaro che, per queste circostanze, la forza effettiva sullo stantuffo, che è sempre misurata dall'eccesso della forza impellente sulla reazione, deve variare continuamente dal cominciare al finire della corsa: e siccome la forza effettiva totale si compone dell'aggregato di queste azioni variabili, il determinarla sembra un problema della massima difficoltà pratica.

LI.

Nulladimeno, l'inesauribile fecondità del genio di Watt che superò tant'altre difficoltà, non venne meno innanzi a questa: ed inventò un apparecchio della massima perfezione, chiamato *l' indicatore*, col quale si raggiunse l'intento nel modo il più completo e ad un tempo il più semplice.

Esso consiste in un cilindro di circa 1 pollice e 3/4 di diametro sopra 8 di lunghezza. È forato colla massima diligenza e riempiuto da uno stantuffo solido che vi scorre a tenuta di vapore e con pochissimo attrito. L'asta di questo stantuffo è guidata nella direzione dell'asse del cilindro traverso un collare situato al cielo del medesimo, in modo di non incontrare resistenza di attrito in nessuna parte della sua corsa. Al fondo del cilindro vi è un tubo munito d'un robinetto e lavorato a vite alla sua estremità in modo da poterlo avvitare al cielo del cilindro del vapore della macchina. Quando sia in questa posizione e venga aperto il robinetto dell'indicatore, si stabilirà una libera comunicazione fra il cilindro dell'indicatore e quello della macchina. L'asta dello stantuffo dell'indicatore è attaccata ad una molla a spirale cosicchè questa può esserne stirata e compressa e può servire colla sua elasticità a misurare la forza che la stira o che la preme, precisamente come succede nel caso delle stadere o bilance a molla. Annessa una scala allo strumento graduata a partire da qualche punto dell'asta dello stantuffo, e fissato un indice su quest' ultima, la posizione di quell'indice sulla scala sarà governata dalla posizione dello stantuffo nel cilindro dell'indicatore. Se qualche forza premerà all'insù lo stantuffo, comprimendo la molla, l'indice dovrà salire lungo la scala: e se all' incontro una forza premerà lo stantuffo al basso stirando la molla, l'indice dovrà discendere lungo la scala. In ogni caso la forza della molla, stirata o premuta, eguaglierà la forza che sollecita lo stantuffo dell'indicatore, e la divisione della scala può essere fatta di maniera da indicarne la grandezza.

Si supponga adesso avvitato lo strumento al cielo del cilindro d'una macchina a vapore e aperto il robinetto in modo che vi sia libera comunicazione fra il cilindro dell'indicatore sotto il suo stantuffo e quello della macchina superiormente allo stantuffo di questa. Nell'istante che si apre la valvola superiore il vapore irrompendo superiormente allo stantuffo passerà pure nell'indicatore e ne caccierà all'insù lo stantuffo: l'indice della sua asta marcherà sulla scala l'intensità della pressione esercitata. Al discendere dello stantuffo del vapore la posizione di quello dell'indicatore varierà a seconda delle variazioni della pressione del vapore nel cilindro, e l'indice si muoverà lungo la scala in maniera di indicare la pressione del vapore ad ogni istante durante la discesa dello stantuffo.

LII.

Se ci fosse possibile di osservare e di ritenere le varie posizioni che prende l'indice che si trova sull'asta dello stantuffo dell'indicatore e di riferire ciascuna di queste posizioni al punto corrispondente della corsa di discesa, saremmo in grado di assegnare l'effettiva pressione del vapore ad ogni punto di quella corsa. Ma gli è pur troppo evidente che questo non è praticabile. Però M^r^ Southeru, assistente dei signori Boulton e Watt, inventò un congegno col quale si può conseguire perfettamente lo scopo. Un pezzo rettangolare di carta o di cartone è teso sopra una tavola scorrevole entro scanalature praticate in un'intelajatura. Questa è stabilita in posizione verticale presso all'indicatore cosicchè la carta si può far muovere orizzontalmente innanzi e indietro per un tratto di quattordici a quindici pollici. All'asta dello stantuffo dell'indicatore invece di un indice è fissato un pennello; questo viene premuto leggermente per mezzo di una molla contro la carta anzidetta, in guisa che quando la stessa si muova in direzione orizzontale il pennello possa tracciarvi una linea. Se il pennello fosse fermo la linea descritta sarebbe una retta orizzontale, ma se il pennello si muove in direzione verticale la linea segnata sulla carta che scorre orizzontalmente sotto di esso sarà una curva la natura della quale dipenderà dalla natura del movimento verticale del pennello. La tavola su cui è tesa la carta è congiunta per mezzo d'una leggiera correggia sostenuta da carrucole con qualche parte del parallelogrammo, dal quale vien mossa alternativamente a destra ed a sinistra. All'ascendere od al discendere dello stantuffo l'intero spazio percorso orizzontalmente dalla tavola rappresenta la lunghezza della corsa ed ogni frazione di quello

spazio corrisponde ad una parte proporzionale della corsa dello stantuffo del vapore.

LIII.

Disposto l'apparecchio in questo modo, supponiamo che lo stantuffo sia alla cima del cilindro a vapore sul punto di cominciare a discendere. Mentre discende, il pennello attaccato all'asta dello stantuffo dell'indicatore cambia d'altezza corrispondentemente al variare della pressione del vapore nel cilindro. Nello stesso tempo la carta scorre di moto uniforme sotto il pennello e vi è tracciata una curva da destra a sinistra. Quando lo stantuffo è giunto al fondo del cilindro si apre la valvola superiore di emissione ed il vapore è avviato al condensatore. Lo stantuffo dell'indicatore trovandosi allora sollevato di parte della pressione sostenuta, discende e con lui discende anche il pennello: ma contemporaneamente lo stantuffo del vapore prende a salire e la carta a ritornare da sinistra a destra sotto il pennello. Mentre lo stantuffo del vapore si alza, la condensazione si fa sempre più perfetta per cui il vuoto nel cilindro e quindi anche nel condensatore facendosi gradatamente maggiore, la pressione atmosferica caccerà all'ingiù lo stantuffo dell'indicatore ed eserciterà una trazione sulla molla. Il pennello intanto, mentre vi scorre sotto la carta da sinistra a destra, vi segnerà una seconda curva. Nella stessa maniera che la prima curva indicava la pressione effettiva del vapore sullo stantuffo durante la sua discesa, quest'altra indicherà la pressione del vapore non condensato che gli resiste nella sua salita, e dal confronto delle due curve risulterà la forza effettiva che opera sullo stantuffo. La figura 30 rappresenta il disegno quale sarebbe prodotto dallo strumento. ABC è la curva tracciata dal pennello durante la discesa dello stantuffo e CDE quella tracciata durante la salita del medesimo. A è la posizione del pennello al cominciare della corsa di discesa, B quella al punto di mezzo, e C quella sulla fine della medesima corsa. Al chiudersi della valvola superiore d'ammissione ed all'aprirsi di quella d'emissione lo stantuffo dell'indicatore venendo gradatamente liberato dalla pressione del vapore, il pennello prende

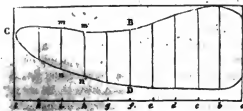



Fig. 30.

ad abbassarsi, e mentre intanto la carta scorre da sinistra a destra, vi segna la curva CDE il cui graduale pendìo mostra il progressivo perfezionarsi del vuoto. Siccome la pressione atmosferica si esercita in misura costante sullo stantuffo dell'indicatore, la posizione di questo dipenderà dall'eccesso della pressione atmosferica su quella del vapore che gli si trova al disotto e per conseguenza la differenza fra le altezze del pennello nei punti corrispondenti delle corse d'ascesa e di discesa esprimerà la differenza fra la pressione del vapore che spinge lo stantuffo nella sua discesa e quella del vapore che gli resiste negli stessi punti della salita. Così al mezzo della corsa la retta BD esprimerà la quantità della trazione operata sulla molla unita allo stantuffo dell'indicatore dalla differenza tra la forza del vapore che spinge lo stantuffo a metà della corsa di discesa e la forza di quello che gli resiste a metà della corsa di salita. Quindi la forza espressa dalla retta BD sarà la effettiva che opera sullo stantuffo in quel punto, e lo stesso si può ripetere in qualunque altra parte del disegno fatto dall'indicatore.

Il totale effetto meccanico prodotto in una corsa dello stantuffo risultando dall'aggregato di tutti gli effetti variabili che hanno luogo durante la stessa, il determinarne il valore si riduce ad un facile calcolo per mezzo delle misure del disegno compiuto dall'indicatore. Si divida in un dato numero di parti eguali, p. e. dieci, il tratto orizzontale lungo cui si muove il pennello da A a C: a metà della corsa BD esprime la forza effettiva che agisce sullo stantuffo; e se la si ritiene uniforme durante una decima parte della corsa, come da *f* in *g*, allora il numero delle libbre espresso da BD e moltiplicato per la misura della decima parte della corsa espressa in parti di piede sarà l'effetto meccanico durante quella frazione della corsa espressa dal peso delle libbre che sarebbe capace di sollevare all'altezza di un piede. In simil maniera *mn* esprimerebbe la forza effettiva che agisce sullo stantuffo quando è giunto ai tre quarti della sua corsa, e moltiplicandola per la decima parte di corsa come prima si otterrebbe l'effetto meccanico espresso nella stessa maniera; e applicando lo stesso processo meccanico ad ogni successiva decima parte della corsa, e sommando insieme i risultati numerici così ottenuti, si avrebbe l'effetto totale prodotto durante la corsa espresso dal numero delle libbre di peso che potrebbe innalzare di un piede.

LIV.

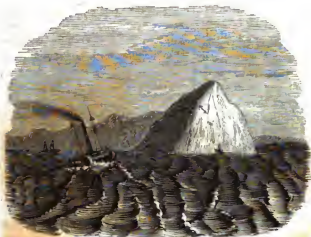
Potendosi conoscere col mezzo dell'indicatore l'attuale effetto meccanico prodotto ad ogni corsa dello stantuffo quando si sappia il

numero delle corse fatte in un tempo determinato, si potrà assegnare l'effetto totale della forza motrice. A ciò fu inventato da Watt uno strumento, chiamato *contatore*, che si deve attaccare al bilanciere in movimento od a qualunque altra parte della macchina che si muova di moto alternativo. Lo strumento si compone di un sistema di ruote e di sfere od indici mobili sopra mostre graduate come le lancette di un orologio. Si ottiene per tal modo un'indicazione del numero delle corse con mezzi affatto simili a quelli per cui le sfere di un orologio e d'un cronometro indicano e rammentano il numero delle vibrazioni del pendolo o del regolatore a bilancia.

LV.

Tali sono adunque le macchine e tali i principali spedienti per cui vennero applicate come una forza motrice d'un'importanza e d'un'efficacia senza pari in tutte le art'industriali. In varie applicazioni della macchina alcuni di questi provvedimenti non sono applicabili o non necessarii. In altre si richiedono o vi si sostituiscono spedienti destinati a supplirvi. Avremo però raggiunto il nostro scopo presente se saremo riusciti nel rendere chiaramente intelligibili i principj a cui si appoggiano le funzioni della macchina quale l'abbiamo descritta e gli uffici particolari degli accessorii che sono stati spiegati. Ben intesi questi, non s'incontrerà molta difficoltà nel rendersi ragione del meccanismo e del modo d'agire di qualunque particolare forma di macchine.

Prof. R. FERRINI.

NAVIGAZIONE A VAPORE

Capitolo Primo.

I. Gli inventori della navigazione a vapore erano incolti. — II. Primi battelli a vapore sull'Hudson e sulla Clyde. — III. I battelli a vapore atti a tenere il mare sono dovuti ai meccanici Inglesi. — IV. Progressi della navigazione a vapore dal 1812 al 1837. — V. Progetti di battelli a vapore sull'Atlantico. — VI. Non si poteva porre in dubbio la possibilità astratta del viaggio. — VII. Il viaggio era già stato compiuto da due battelli a vapore. — VIII. Esito di quei progetti. — IX. Progetto di Cunard. — X. Sussidii pecuniarii accordati annualmente dal Governo Inglese alla Compagnia del Sig. Cunard. — XI. Esito dei progetti di Cunard. — XII. Ulteriori perfezionamenti della navigazione a vapore. — XIII. Compagnia dei Pacchebotti a vapore delle Indie Occidentali. — XIV. Probabile applicazione delle navi a vapore ai bisogni generali del commercio. — XV. Intendimento a cui si deve mirare in conseguenza del loro ulteriore perfezionamento. — XVI. Misure che si devono adottare. — XVII. La potenza ausiliaria del vapore solo mezzo probabile di conseguire lo scopo. — XVIII. Altra considerazione da aversi presente. — XIX. Vantaggi dei motori subacquei. — XX. I bastimenti da guerra richiedono una più propria applicazione della potenza del vapore. — XXI. La marina mercantile a vapore può servire alla difesa nazionale. — XXII. Principii delle macchine a vapore marine. — XXIII. Motori. — XXIV. Ruote a pale ed eliei. — XXV. Disposizione delle ruote a pale. — XXVI. Albero delle pale. — XXVII. Distribuzione generale delle macchine a vapore marine.

I.

Se gli spiriti di Watt, di Trevithick, e di Fulton potessero gettare un'occhiata sulle cose di questo basso mondo, ed osservare i grandi risultati prodotti dalle loro scoperte, dalle loro invenzioni, quale trionfo sarebbe il loro! Per un mezzo secolo la macchina a vapore rimase un fatto sterile negli archivi della scienza, finchè il genio educatore di sè stesso del meccanico di Glasgow vi soffiò lo spirito di vitalità, e vi apportò quell'energia, per cui risorse il languente commercio di questo paese, e quando cominciò l'epoca fortunata della pace generale diffuse la sua benefica influenza sino ai confini della civilizzazione. Era appena maturo il frutto delle fatiche di Watt, che questa gran potenza motrice fu adottata como la forza principale nelle arti e nelle manifatture e che i suoi servizii ricevettero quella prodigiosa estensione che le risultò dall'acquistare il carattere di *locomotiva*. Come aveva già surrogata la forza animale nei *mulini* ed usurpata la sua nomenclatura, così ora minacciava di spodestarla sulle *strade*. Pochi anni dopo fummo testimonii dell'applicazione, forse la più grandiosa e la più importante, fra le molteplici del vapore, quella per cui furon date l'ali alle navi, per cui queste padroneggiano il loro corso a dispetto degli opposti elementi, per cui furono trasportate trionfalmente sulla distesa dell'oceano senza traccie, incuranti dei venti e delle correnti, e che conferì alla locomozione sul mare una regolarità, una sicurezza ed una precisione non superata che dal movimento dei cronometri o dal corso degli astri. Tali sono i vasti risultati che scaturirono dalle intelligenze di uomini, nessuno dei quali partecipò a quei privilegi di coltura mentale di cui godono i figli delle ricchezze; nessuno dei quali crebbe fra le mura di una scuola o di nn collegio a succhiarvi l'ispirazione dalle fonti del sapere degli antichi; nessuno dei quali fu spronato da quegli incentivi irresistibili al genio che sorgono dal competere con ardenti e giovani ingegni e dalla prospettiva di onori scolastici e di avanzamenti nella professione. Sostenuti da quell' innata coscienza di potere, stimolati da quell' irrepremibile forza di volontà che li caratterizzano in grado così eminente e che vanno inseparabili dalle menti di primo ordine, essi nelle loro umili ed oscure posizioni perseverarono contro circostanze contrarie e imbarazzanti, animati dalla loro fede contro i dubbi, le opposizioni e non di rado il ridicolo d'un mondo incredulo, finchè da ultimo col tempo e colla pazienza la verità fu in trionfo e l' umanità ora coglie le ricche messi seminate da questi illustri coltivatori.

II.

Fu circa l'ottavo anno del secolo presente che Fulton lanciò sull'Hudson il primo battello a vapore. Dopo un intervallo di quattro anni fu stabilito sulla Clyde il primo battello a vapore. Da quel tempo in poi l'arte della navigazione a vapore fece sicuri e rapidi progressi nelle due grandi nazioni marittime e commerciali. Ma prese direzioni differenti comandate dalle particolari circostanze geografiche e commerciali dei due paesi. Il genio e lo spirito d'intraprese degli Stati Uniti si vide innanzi ed all'intorno un vasto territorio intersecato da fiumi navigabili di differenti lunghezze i quali formavano, sopra una scala colossale, delle linee di comunicazione per acqua fra il suo esteso interno e le rive del mare. Il Mississippì e i suoi confluenti, colle sorgenti perdute in lontane contrade non ancora battute da uomini civilizzati, e navigabili dai grandi bastimenti per parecchie migliaia di miglia; l'Hudson, tutto quasi a contatto di quei magnifici mari interni che si stendono lungo il confine settentrionale e sono pressochè congiunti col Mississippì dal maestoso corso dell'Illinois, il Delaware, l'ampio Potomac, e in fine una costa estesa per parecchie migliaja di miglia ornata da innumerevoli baje e porti e bacini circondati da terre e dotati di tutti gli attributi dei laghi, questi parlavano da sè all'occhio dell'ingegnere e del capitalista e determinavano la direzione dell'impresa. L'applicazione della potenza del vapore alla navigazione interna — la costruzione di navi atte a traversare con rapidità, sicurezza ed economia, fiumi e laghi, porti, baje, ed estesi seni — tali furono il còmpito e la missione dell'ingegnere Americano, e tale l'interesse del capitalista e del commerciante.

III.

Il problema della navigazione a vapore si presentava però in altre condizioni all'ingegnere Britannico. In un gruppo di isole non intersecate da considerevoli fiumi navigabili, e che non richiedeva nè ammetteva altra navigazione interiore che quella dei canali artificiali, — separati, però, fra loro e dal vicino continente europeo da stretti, canali, golfi e bracci di mare, — era evidente che per trarre tutto l'utile possibile dalla potenza del vapore, la si doveva applicare alla navigazione di questi mari e di questi canali — la si doveva applicare ad accelerare e a rendere economico il commercio fra le isole britanniche, fra un porto e l'altro delle loro coste, fra questi ed i

porti delle adjacenti coste europee e infine a stabilire sul Mediterraneo una comunicazione colle coste d'Africa, d'Asia e di Europa che ne sono bagnate. Mentre, dunque, l'ingegnere Americano era chiamato ad inventare delle navi a vapore atte alla navigazione interna e in acque tranquille, l'Inglese aveva il mandato assai più difficile, di costruirle tali da poter affrontare e superare tutti gli ostacoli dipendenti dalle vicende del mare.

Il risultato delle fatiche e dell'intraprendimento della nazione Inglese, diretti a queste ricerche, furono gli attuali battelli a vapore marini.

IV.

Nel quarto di secolo scorso fra il 1812 ed il 1837 la navigazione a vapore fece un progresso sicuro e continuo sebbene non subitaneo. Le prime linee dei battelli furono naturalmente stabilite fra i porti dell'Inghilterra e i più vicini porti di mare dell'Irlanda da una parte e della Francia dall'altra. La lunghezza di ciascun tragitto intentato si riguardava allora come la massima difficoltà del progetto. Perciò si stabilirono dei battelli a vapore fra Holyhead e Dublino, e fra Douvres e Calais assai tempo prima che gli autori del progetto avventurassero di sperimentarli fra Dublino e Liverpool, e fra Londra ed i Paesi Bassi.

Dopo qualche anno di esperienza, però, ed il successivo perfezionarsi della marineria a vapore si tentarono con successo viaggi di maggiore lunghezza. Si stabilirono dapprima delle linee di battelli a vapore fra le parti più distanti del Regno Unito; come per esempio, fra Londra ed Edimburgo, e fra Dublino, Liverpool e Glasgow. Più tardi divennero praticabili dei tragitti ancora più lunghi e si stabilirono le linee dei battelli a vapore fra il Regno Unito ed il Mediterraneo; le quali, però, toccavano, per approvvigionarsi, a porti della penisola come Corona, Lisbona e Gibilterra.

In questo periodo di tempo il governo fece pure costruire una flottiglia di battelli a vapore per gli ufficii postali e fu creata a poco a poco una marina a vapore fra cui si trovavano vascelli capaci d'un gran carico e d'una forza considerevole.

V.

Alla fine, nell'anno 1836, fu annunciato per la prima volta il progetto, allora considerato come spaventevole, di surrogare i dovunque rinomati pacchebotti fra Nuova York e Liverpool, con un magnifico stabilimento di battelli a vapore.

Queste navi dovevano mantenere una comunicazione regolare, rapida e costante fra l'antico ed il Nuovo Mondo. Erano destinate a divenire il gran canale del commercio, dell'intelligenza e degli scambii internazionali, fra la metropoli dell'Occidente e le grandi piazze del Regno Unito: essi dovevano, in una parola, non solo adempire tutte le funzioni disimpegnate da un mezzo secolo e in una maniera così ammirabile dai pacchebotti, ma farlo ancora con una prontezza almeno tripla. Un simile annunzio non poteva a meno di cattivarsi il pubblico. I prevedibili risultati erano così ovvii, così grandi, dovevano essere accompagnati da effetti di tale vastità, che tutte le persone di qualunque nazione civilizzata ne sentirono e ne riconobbero assieme l'importanza. L'annuncio del progetto fu salutato in conseguenza con acclamazioni generali.

Alcuni, che, versati nella condizione attuale dell'arte delle macchine a vapore applicate alla navigazione, e cogniti delle varie circostanze commerciali che potevano complicare il problema, erano in grado di valutare con calma e spassionatezza le difficoltà e gli ostacoli, come pure i vantaggi dell'impresa, sollevarono dei dubbi che offuscarono le brillanti speranze e posero il mondo commerciale in guardia contro la facilità di troppo ardenti prevenzioni sulla riuscita immediata e senza riserva del progetto. Essi consigliarono cautela e prudenza contro l'improvvido investimento di ingenti capitali in progetti che non si potevano riguardare se non come di esperimento, e che avrebbero potuto divenirne la tomba. Ma la voce della rimostranza fu soffocata in mezzo all'entusiasmo universale dalla promessa dell'immediata effettuazione pratica di un piano così ardito. Fu varato il Great Western; e si assicurò che le stagioni non si sarebbero rinnovate due volte, innanzi che fosse seguito da una splendida serie di navi che consegnerebbero i pacchebotti allo storiografo come cose che hanno esistito.

VI.

Non si può credere sul serio, che nessuno che fosse versato nella storia precedente della navigazione a vapore potesse nutrire il minimo dubbio sulla possibilità astratta che un viaggio fra Bristol e Nuova York avesse a compiersi da una nave a vapore.

Una nave caricata d'un pajo di centinaja di tonnellate di carbon fossile, *a parità di circostanze,* è atta a traversare l'Atlantico quanto una nave che porti qualunque altro carico dello stesso peso. Una nave a vapore della forma e della struttura ordinaria funzionerebbe

in verità in circostanze comparativamente svantaggiose in causa degli ostacoli presentati dalle sue ruote a pale e dai tamburi; ma sarebbe sempre stato assurdo il credere che questi impedimenti avessero a renderne impraticabile il tragitto alla Nuova York.

VII.

Ma, indipendentemente da queste considerazioni, era un fatto notissimo che assai prima dell' epoca di cui ora parliamo, l' Atlantico era stato effettivamente traversato dai due battelli a vapore il Savannah e il Curaçoa.

VIII.

I fatti però confermarono le sinistre previsioni suesposte.

In breve sulla linea progettata tra l' Inghilterra e la Nuova York si posero otto battelli a vapore, compresivi il Grand' Occidentale (Great Western), il Sirio, il Real Guglielmo, il Gran Liverpool, il Stati-Uniti, la Regina d' Inghilterra (che veramente non fu posto sulla linea, ma vi era destinato e fu in seguito chiamato l' Orientale), il Presidente, il Grande Occidentale e il Gran Brettagna.

Il Sirio fu ritirato quasi immediatamente: il Real Guglielmo dopo tre paja di viaggi toccò la medesima sorte; il Gran Liverpool in una sola stagione involse i suoi proprietarii in una perdita di 6000 sterline e questi ebbero ad accontentarsi di destinarlo al Mediterraneo. I proprietarii della Regina d' Inghilterra dopo subìta una perdita calcolata a poco meno di 100,000 sterline vendettero quella nave al Governo del Belgio. Il battello Gli Stati-Uniti fu in breve destinato, come il Gran Liverpool, al commercio sul Mediterraneo. Il Presidente fu smarrito. Il Grande Occidentale dopo aver continuato per qualche tempo i suoi viaggi nei mesi d' estate, lasciato in riposo nel verno, dopo aver involto i suoi proprietarii in una perdita d' un valore sconosciuto e non confessato, fu venduto. È ben noto il destino del Gran Brettagna.

Di qui si vede che nel periodo di circa quattordici anni, nonostante i grandi perfezionamenti della navigazione a vapore, il progetto proposto a Bristol fallì in una maniera segnalata.

IX.

In frattanto era uscito un altro progetto.

Il signor Samuele Cunard, Canadese, d' esperienza consumata nelle cose di mare, associatosi con alcuni grandi capitalisti che avevano

fiducia nella sua sagacità e nella sua destrezza, presentò al Governo Inglese un progetto di una linea di battelli a vapore postali che doveva metter capo a Liverpool e a Boston, toccando ad Halifax. Ma il signor Cunard insistette fortemente sulla necessità di provvedere una flotta considerabile di battelli a vapore, affine di assicurare quella continuità e regolarità che erano indispensabili alla riuscita del progetto. Egli dimostrò che la grandezza del capitale da impiegarvisi, e l'ingente spesa necessaria per la sua manutenzione, erano tali da non poter essere coperte da qualunque entrata commerciale che se ne potesse sperare e che in conseguenza non poteva essere sostenuta che da un generoso sussidio prestato dal governo.

X.

Dopo molte negoziazioni, si consentì di accordargli un sussidio annuo di 60,000 sterline, alla quale condizione si diè mano all'impresa. Il signor Cunard vi si era però sfavorevolmente imbarcato prima che fosse palese che quella concessione era insufficiente per cui fu presto portata a 100,000 sterline per anno. Una più lunga esperienza provò che anche questo non bastava a porre Cunard ed i suoi socii in grado di mantenere la comunicazione in modo soddisfacente ed efficace, e la sovvenzione annua venne da ultimo portata al suo valore attuale che è di 154,000 sterline all'anno.

XI.

Sostenuta in questa maniera la comunicazione si mantenne nel 1851 per tutto l'anno. Durante i quattro mesi invernali, Dicembre, Gennajo, Febbrajo e Marzo vi furono da una parte e dall'altra due partenze per mese e negli altri otto mesi dell'anno vi fu una partenza per settimana ciò che importava in complesso quarantaquattro partenze da ciascuna parte ossia quarantaquattro viaggi di andata e ritorno.

Questi viaggi formano un totale di 272,800 miglia geografiche di distanza navigata in un anno. Il sussidio, dunque, ascende a dieci scellini ed otto soldi per miglio navigato.

XII.

Dall'epoca ora in discorso, la navigazione a vapore ha ricevuto, come è notissimo, grandi perfezionamenti e la sua efficacia si è quindi

estesa in proporzione. Le disposizioni di questa e delle altre linee della navigazione sull'Oceano hanno in conseguenza subìto e subiscono tuttora delle modificazioni tendenti ad accrescere la frequenza e ad estendere la lunghezza dei tragitti.

XIII.

Poco dopo che venne attivata la linea dei battelli a vapore di Cunard, si propose di stabilire, coll' ajuto del governo, una linea transatlantica di battelli a vapore che ponessero in comunicazione la Gran Brettagna colle sue colonie delle Indie Occidentali. Si formò da ultimo l'attuale Compagnia dei Pacchebotti a vapore delle Indie Occidentali, e ottenne dal governo una sovvenzione di un valore ancora più grande di quella accordata alla Compagnia di Cunard. Questo assegno annuo ammontò a 240,000 sterline.

XIV.

Per quanto grandi siano stati i progressi della navigazione a vapore nell'ultimo quarto di secolo, rimane ancora molto da farsi prima che si possa giudicare che questo gran mezzo di trasporto abbia raggiunti i limiti della sua potenza. L'essere di tanto superiore in rapidità, regolarita e sicurezza ai bastimenti a vela gli hanno naturalmente attirati passaggieri, dispacci e certe qualità di merci per cui importa molto la celerità e che ponno sostenere un noleggio elevato. Le condizioni meccaniche che guarentiscono la speditezza nei lunghi viaggi, restringono di molto il trasporto generale della mercanzia perchè gran parte del carico della nave è rappresentato dal meccanismo e dal combustibile. Si devono, dunque, ricavare le ingenti spese della costruzione e della manutenzione di queste navi, col destinarne il carico profittevole al trasporto di soli quegli oggetti che ponno tollerare un altissimo costo di trasporto. Mentre, pertanto, i battelli a vapore hanno sottratto alle navi a vela la maggior parte dell' utile dei passeggieri e insieme delle valigie, dei pacchi, e di pochi articoli del commercio universale, quelle continuano tuttora nel possesso indisputato del trasporto del commercio generale.

XV.

Il primo passo nel perfezionamento di questa industria deve quindi essere diretto alla costruzione di un'altra classe di navi a vapore che abbiano cogli attuali battelli a vapore lo stesso rapporto che i

treni delle merci sulle ferrovie hanno coi treni dei passaggieri. Come nel caso dei treni mercantili, si deve sagrificare la celerità alla possibilità di ridurre il prezzo del trasporto in quei limiti che possa essere comportato da qualunque genere di mercanzia. Se per i bisogni generali del commercio si potranno rendere i bastimenti a vapore superiori a quelli a vela, in una ragione almeno prossima a quella in cui i treni mercantili delle ferrovie sono superiori ai carri ad alle barche dei canali, vedremo in breve l'Oceano coperto di questi bastimenti a vapore e quelli a vela passeranno dalle mani del commerciante a quelle dello storico.

XVI.

Affinchè i battelli a vapore possano conseguire tale scopo, si deve manifestamente aver di mira di adottare quelle misure che valgono a combinarvi le qualità di un bastimento a vela con quelle di uno a vapore. I battelli devono ricevere dal vapore tale forza che conferisca loro quella maggiore speditezza, regolarità e puntualità, che, nell'attuale stato dell'arte, non si ponno ottenere che per mezzo di quell'agente; ma è pure importante di effettuare ciò senza privarli di troppo della presente capacità di soddisfare ai bisogni del commercio.

XVII.

In una precedente edizione del mio trattato sulle Macchine a Vapore pubblicato assai prima che i bastimenti ad elice avessero raggiunto l' attuale stato di perfezionamento, io dimostrava che, verosimilmente, nessuno espediente sarebbe stato più atto allo scopo in discorso, di uno che mirasse a sostituire qualche altro mezzo di propulsione subacquea a quella finora generalmente adoperata delle ruote a pale. È indispensabile del pari che vengano ridotte di molto le dimensioni del meccanismo e che venga destinato agli usi commerciali quell' incalcolabile spazio che adesso occupa nell' interno della nave. Incumbe al meccanico che si assume la grande risponsabilità di sopraintendere ad un tanto progetto il dovere di lasciare alla nave il pieno ed inalterato godimento delle sue funzioni quale bastimento a vela. Spetta a lui, in breve, di combinare l' efficacia del vapore colla potenza nautica intatta del bastimento. Tocca a lui di maritare la macchina a vapore col bastimento veliero. Se giunge a tanto colla destrezza e col successo di cui è suscettiva l' impresa potrà sperare a buon dritto che il suo nome con quelli di Fulton e di Watt abbia a passare ai posteri come di un benefattore dell' umanità.

L'attuale progresso delle scienze meccaniche ci incoraggisce a sperare che non sia molto lontano il giorno in cui si realizzeranno queste idee quando vedremo un'ampia via solcata traverso al vasto Atlantico che non servirà, come ora, a quei fini limitati il conseguimento dei quali comporta una spesa grave, ma soddisferà a tutti i grandi e svariati bisogni del commercio generale. Dei battelli che servano a questo scopo, quali li abbiamo abbozzati, non potranno mai competere in celerità con navi il cui carico è nullo, la spesa senza riguardo e la speditezza qualunque. Sia pure così. Si lascino a quei bastimenti le loro prerogative; continuino a godere in qualche parte il monopolio dei più costosi rami di commercio, sussidiati come lo sono dal tesoro Inglese. I battelli a vapore commerciali che guarentiscono pari regolarità e puntualità, e probabilmente più frequenti spedizioni s'accontentino d'una celerità alquanto minore. Questo può combinarsi con tutte le occorrenze del commercio.

XVIII.

Vi è un'altra considerazione che non si deve trasandare. In tutti i grandi avanzamenti delle arti della vita i grandi perfezionamenti sono accompagnati sulle prime da perdite individuali di maggiore o minore entità. Lo spostamento dei capitali è quasi inevitabilmente seguito da un simile danno. Devono pertanto gli ingegneri scientifici, nel disporre e nell'adottare le loro misure, considerare in qual modo si possa meglio ottenere l'effetto col minimo svantaggio possibile degli interessi esistenti. L'arrivare a questo non sarà appena un beneficio pubblico, ma faciliterà in pratica la realizzazione del loro progetto conciliando in suo favore quei vasti e potenti interessi di cui altrimenti avrebbe minacciata la distruzione. Se, dunque, nel nostro caso si troverà di poter applicare vantaggiosamente agli attuali bastimenti a vela e più specialmente a quelli di recente costruzione la potenza del vapore, oltre all'essersi conseguita una grande utilità pubblica si saranno assicurati l'appoggio e la protezione quasi unanime della comunità commerciale.

XIX.

Per raggiungere i fini ora sviluppati è manifestamente indispensabile che sieno tolti quegli impedimenti che alterano l'aspetto della nave e ne distruggono assieme l'attitudine ad acquistare le proprietà di quelle a vela, che derivano da quelle enormi e deformi sporgenze

laterali destinate alle ruote a pale ed alle casse delle ruote, o tamburi, come le chiamano. Queste appendici arrecano molti inconvenienti, il minimo dei quali forse è l'impedimento che presentano al moto della nave.

Ma la forma, la grandezza e la posizione del meccanismo impellente è lungi dall'essere il solo ostacolo al pieno successo degli attuali battelli a vapore, quando vengano applicati ai bisogni generali del commercio. La macchina stessa, e le caldaie dove si genera la forza motrice, e il combustibile per cui funzionano, occupano proprio la parte centrale del bastimento, ed usurpano la parte più preziosa del carico. Anche il camino che serve ad attivare la combustione nei fornelli è una prominenza deforme ed un ostacolo non trascurabile.

Allorchè si hanno in vista dei lunghi viaggi di mare, come quelli fra la Nuova York ed i porti Inglesi, s'incontra un altro ostacolo serio che si prova specialmente nel tragitto verso l'occidente, dovuto al predominio dei venti contrarii. Quando il bastimento parte per un lungo viaggio, va necessariamente caricato di una gran copia di combustibile calcolata in modo da superare non solo le probabili esigenze del viaggio ma quegli ultimi estremi di circostanze contrarie di venti e di tempo a cui è possibile che abbia a trovarsi esposto. Questo combustibile è consumato a poco a poco durante il viaggio; la nave ne viene alleggerita in proporzione del consumo, ed emerge maggiormente dall'acqua. Se le cose si sono disposte in maniera che alla partenza le ruote sieno immerse tanto da avere la loro piena efficacia, può succedere che, verso la fine del viaggio, la conservino ancora quasi non si fossero alzate affatto fuori dell'acqua. Ma se, all'opposto, si deve avere di mira che l'impulsione sia assai efficace nell'ultima parte del viaggio, le ruote devono al principio di questo essere sommerse di tanto da alterare seriamente la loro azione impulsiva e privare il bastimento della conveniente celerità. In tali circostanze non c'è mezzo da rimediarvi. Il bastimento deve partire con troppa immersione e arrivare con immersione troppo piccola. Non si presenta alternativa, se non abbandonando la forma e la struttura del meccanismo attuale, ed eccitando il genio inventivo del secolo a provvedere altri espedienti meccanici che non vanno soggetti ad inconvenienti di questa fatta.

Insomma noi riguardiamo il perfezionamento della potenza sussidiaria del vapore, e l'esteso impiego dei propulsori subacquei, come i mezzi che, nello stato attuale dell'arte della navigazione a vapore, ponno più verosimilmente estendere i servizii di questo mezzo di trasporto al commercio generale.

XX.

Se la forma e la struttura dei battelli a vapore colle ruote a pale vanno soggetti a questi molti e gravi inconvenienti, considerati rispetto ai bisogni del commercio generale, gli inconvenienti sono ancora più forti se si considerino relativamente allo scopo della difesa nazionale. È senza dubbio una gran forza con cui si può investire un vascello da guerra, si può muovere a volontà malgrado la contrarietà dei venti e delle onde, in quella direzione che può sembrare più conveniente al suo comandante. Questa forza avrebbe superato i più arditi sogni dei più romantici e immaginosi capitani di nave del secolo scorso. Il fare che i vascelli di una flotta possano immediatamente, al cenno del comandante, prendere la posizione loro assegnata in faccia al nemico, o corseggiare a piacere dentro e fuori d'un porto ostile, o passare colla rapidità del vento innanzi ai cannoni di fortezze formidabili prima che questi abbiano tempo di operare contro di loro, — sono possibilità che importano una quasi totale rivoluzione in tutti i principii stabiliti della tattica navale. Ma queste facoltà al presente non ponno venir conferite alle navi a vapore, senza importanti modificazioni e gravi pericoli. Gli strumenti ed il meccanismo da cui immediatamente dipendono sono sfortunatamente esposti in maniera da rendere estremamente arrischiato l'esercizio di quelle facoltà. Non abbisognano profonde cognizioni meccaniche per accorgersi che le ruote a pale sono eminentemente esposte ai projettili, i quali, se le colgono, mettono la nave affatto fuori di combattimento, e la lasciano in potere del nemico; vi è ancora più esposto il camino, la distruzione del quale darebbe la nave in preda al suo nemico interno che è il fuoco. Ma oltre a queste più ovvie cause di pericolo delle navi della forma attuale, riguardate come mezzi di difesa nazionale, anche la macchina e le caldaje che sono più o meno sopra il livello dell'acqua vanno soggette ad essere poste fuor di servizio dalle palle.

Un battello a vapore da guerra, per andare esente da questi difetti, dovrebbe essere mosso da un apparecchio subacqueo. La sua macchina, le caldaje e tutte le altre parti del meccanismo dovrebbero essere sotto il pelo d'acqua. Il suo combustibile avrebbe ad essere carbone duro, che abbruci senza fumo visibile, in modo che non si possa scoprire in lontananza il suo avvicinarsi. I suoi fornelli dovrebbero essere attizzati da mantici, in modo di potere far senza del camino evitando così la possibilità che sia portato via da una palla.

XXI.

Fu intendimento del governo Inglese di valersi delle navi a vapore del commercio come di un mezzo di difesa nazionale nel caso d'un subitaneo scoppiare della guerra. Dalle prove presentate ad un comitato della Camera dei Comuni nel 1850, e dal rapporto fondato sopra di esse, risultava che in generale i battelli a vapore del commercio per essere resi atti al servizio da guerra non esigono nessuna previa alterazione o preparazione che non sia facile a praticarsi e di spedita esecuzione. Si dimostrò che tutti i battelli a vapore da 400 e più tonnellate potrebbero, con qualche rinforzamento addizionale, portare quei cannoni impernati che si usano nelle navi da guerra, e che vi sono pochi fra i battelli mercantili d'ogni grandezza che non sarebbero atti a venire armati in guisa da tornare utili in caso di una necessità.

XXII.

Il principio secondo il quale la macchina a vapore è applicata a far muovere delle navi è il medesimo per cui operano i remi nello spingere innanzi un battello. In ambo i casi gli strumenti impellenti hanno un punto o dei punti di appoggio nella nave, respingono indietro una gran massa d'acqua, e la forza motrice o il momento così comunicato all'acqua da prora a poppa è necessariamente accompagnato da una reazione da poppa a prora, che operando sulla nave le imprime un corrispondente moto progressivo.

Col notissimo principio meccanico della composizione e della scomposizione delle forze si può dimostrare che qualunque forza venga impartita all'acqua dal mezzo impellente, questa si può scomporre in due, l'una parallela alla chiglia e l'altra in un piano perpendicolare ad essa. Siccome di queste soltanto la prima può effettuare il moto progressivo, e l'altra è al tutto inefficace, il mezzo impellente dovrebbe sempre essere costruito in modo che tutta la sua forza, o almeno la parte principale di questa, venisse impiegata a cacciare l'acqua in direzione parallela alla chiglia da prora a poppa.

XXIII.

I mezzi meccanici per cui si fa servire la potenza del vapore a muovere le navi sono svariatissimi, sia nella forma della macchina che opera sul congegno impellente, sia nella forma di quest'ultimo.

In tutti i casi finora tradotti in pratica, il propulsore è una ruota fissata ad un albero orizzontale alla quale la macchina imprime un movimento di rotazione continua. La ruota ha tale struttura che nel rivolgersi comunica ad un volume d'acqua, più o meno considerevole, un movimento o direttamente all' indietro, o tale che la componente sua principale abbia questa direzione. Quanto maggiore sarà questa componente principale in paragone della forza totale esercitata dal propulsore, tanto più questo sarà efficace.

XXIV.

I propulsori fin qui adottati in pratica nella navigazione a vapore sono di due specie, chiamati *ruote a pale* ed *elici*.

L'albero delle ruote a pale è fissato orizzontalmente traverso alla nave e in conseguenza ad angolo retto colla direzione della chiglia.

L'albero delle elici è posto orizzontalmente nella nave, parallelamente alla chiglia ed immediatamente al di sopra di questa.

Le faccie delle ruote a pale sono volte lateralmente alla nave e perciò sono parallele alla chiglia.

Le faccie delle elici guardano verso la poppa e sono quindi perpendicolari alla chiglia.

XXV.

La ruote a pale sono due, una per ciascun fianco della nave e si trovano al di fuori del corpo di questa dove sono sostenute dalle sporgenti estremità dell'albero e coperte da larghe casse semi-cilindriche chiamate *tamburi*.

Le elici consistono generalmente in una sola ruota, nell'interno della nave, sotto il suo corpo, e vicina alla poppa.

Delle ruote a pale non è immersa che la parte più bassa: l'elice è sommersa per intero.

XXVI.

L'albero delle ruote a pale uscendo da ciascun lato dell'armatura della nave vi sostiene le ruote che girano assieme con esso ed hanno di solito una struttura simile a quelle delle ruote mosse dall' acqua corrente, portando attaccate alla circonferenza un certo numero di tavole piane chiamate *pale*. Quando le ruote sono in movimento queste pale urtano contro l'acqua spingendola in direzione opposta

a quella verso cui si intende di far avanzare la nave. All'albero sono unite due manovelle simili a quella ch'è sull'asse del volante in una macchina fissa. Queste manovelle sono ordinariamente ad angolo retto fra di loro cosicchè quando l'una è nella sua posizione più alta o più bassa l'altra è orizzontale. Esse sono mosse da due macchine a vapore che ordinariamente sono poste nel corpo della nave al di sotto dell'albero delle ruote a pale. Nei primi battelli a vapore si adoperava una macchina sola, e in questo caso l'azione della macchina sulla manovella era resa uniforme dal volante. Quest'uso però è da lungo tempo dismesso nelle navi Europee, ed ora è presso che universale il valersi di due macchine. Per la disposizione rispettiva delle manovelle si vedrà che quando l'una sia nei suoi punti morti l'altra è in una delle posizioni più favorevoli alla sua azione, e che in tutte le giaciture intermedie l'effetto rispettivo delle manovelle è tale da renderne l'azione combinata quasi interamente uniforme.

Le macchine a vapore adoperate a muovere le navi ponno essere macchine a condensazione, simili a quelle di Watt, ed a quelle generalmente usate nelle manifatture, e ponno anche essere macchine senza condensatore o ad alta pressione, fondate su principii simili a quelle delle locomotive. Peraltro in Europa e in gran parte negli Stati Uniti sono adottate generalmente per la marina macchine a condensatore ed a bassa pressione.

In quest'ultimo paese si adoperano anche delle macchine a vapore ad alta pressione in varii dei battelli a vapore sui fiumi.

XXVII.

La disposizione delle parti della macchina marina differisce per varii riguardi da quella di una macchina terrestre. La limitazione dello spazio, inevitabile in un bastimento, rende necessaria molta compattezza. L'albero delle ruote a pale a cui sono fissate le manovelle che devono essere poste in movimento dalla macchina, trovandosi assai poco al disotto della coperta della nave, il bilanciere, se vi è, ed il regolo d'unione non potrebbero collocarsi in quelle posizioni che tengono ordinariamente nelle macchine da terra ferma senza importare nel macchinismo una soverchia elevazione sulla coperta. Sono per verità disposti a quel modo nelle macchine a vapore dei battelli usati sui fiumi d'America, ma ciò non sarebbe ammissibile per i battelli a vapore in generale e più specialmente per quelli destinati a tenere il mare. Perciò i regoli d'unione, invece

di essere presentati ingiù alle manovelle che essi mettono in movimento, devono, nei battelli a vapore, esser loro presentati insù, e la azione motrice deve essere ricevuta dal disotto. Se in queste circostanze il bilanciere fosse nella sua solita giacitura al di sopra del cilindro e dell' asta dello stantuffo, dovrebbe necessariamente collocarsi fra la macchina e l' albero delle ruote, il che richiederebbe nel meccanismo una profondità incompatibile colle dimensioni della nave. Pertanto il bilanciere nelle macchine marine invece di essere disopra al cilindro e allo stantuffo è posto al disotto di questi. All' estremità delle aste dello stantuffo sono attaccate ad angolo retto delle aste più lunghe del diametro dei cilindri, cosicchè le loro estremità vengono a sporgere all' infuori di questi. Ai capi di tali pezzi trasversali si uniscono a cerniera i regoli di un parallelogrammo: questi regoli si dirigono ingiù, e si congiungono colle estremità di due bilancieri che stanno sotto al cilindro, uno per parte. Gli estremi opposti dei due bilancieri sono collegati da un' altra barra trasversale, a cui è attaccato un regolo d' unione il quale si prolunga superiormente fino all' asse della manovella che gli è collegato in modo da venirne posto in movimento. Così il bilanciere, il parallelogrammo e il regolo d' unione d' una macchina marina sono simili a quelli d' una macchina da terra soltanto che sono volte sossopra: e non potendosi collocare il bilanciere direttamente al disopra dell' asta dello stantuffo, si provvedono due bilancieri e due sistemi di parallelogrammi, uno per ciascun lato della macchina, manovrati da questa, e operanti sull' asta dello stantuffo e sulla manovella per mezzo di traverse.

Le proporzioni dei cilindri differiscono per simili ragioni da quelle comunemente adottate nelle macchine terrestri. In queste il cilindro ha generalmente una lunghezza quasi doppia della larghezza. Invece i cilindri delle macchine marine hanno ordinariamente un diametro maggiore della loro lunghezza. In proporzione, quindi, alla loro forza la loro corsa è più breve, ciò che importa un accorciamento corrispondente nella manovella e una maggiore limitazione del giuoco di tutte le parti mobili verticalmente. Le valvole e i congegni da cui sono manovrate la tromba ad aria, il condensatore e le altre parti della macchina a vapore marine non differiscono quanto al principio da quelle adoperate nelle macchine da terra ferma.

Queste disposizioni si capiranno più facilmente osservando la figura 1, la quale rappresenta una sezione longitudinale di una fra le molte varietà di macchine a bilanciere, colla sua caldaja come è situata nella nave a vapore. Le piattaforme di quercia che sostengono

la macchina sono figurate in X e la base della macchina è assicurata a queste per mezzo di chiavarde che passano attraverso a quelle e all'armatura del fondo della nave; S è il tubo del vapore che mette dalla camera del vapore nella caldaja ai cassetti *c* per mezzo dei quali viene introdotto alla cima e al fondo del cilindro. Il condensatore è figurato in B e la tromba ad aria in E. In F si vede il pozzo caldo da cui si deriva l'acqua da alimentare la caldaja, L è l'asta dello stantuffo congiunta dal parallelogrammo *a* col bilanciere H che si muove attorno ad un fulcro K presso la base della macchina. L'altra estremità del bilanciere muove il regolo d'unione M che si prolunga superiormente fino alla manovella dell'albero delle pale O che esso pone in movimento; QR è l'armatura che sostiene la macchina. Il bilanciere qui presentato è indicato da linee punteggiate come se si trovasse dall'altro lato della macchina. Si deve figurarsi che da questa parte si trovi un bilanciere simile, similmente posto e che si muova sullo stesso asse, collegato similmente per mezzo di un parallelogrammo alla traversa sull'asta dello stantuffo e collegato per mezzo di regoli trasversali coll'estremo inferiore del regolo d'unione e col bilanciere dell'altro lato. L'eccentrico che governa i cassetti è posto sull'albero O delle pale e il braccio d'unione che muove i cassetti può facilmente esserne staccato quando si voglia fermare la macchina. In WU è presentata una sezione della caldaja, delle grate e dei condotti. La valvola di sicurezza *y* è racchiusa sotto un tubo che si alza verticalmente a fianco del camino ed è inaccessibile al macchinista; *h* sono i robinetti per estrarre l'acqua salata dalla caldaja, ed I I il tubo d'alimentazione.

Fig. 2.

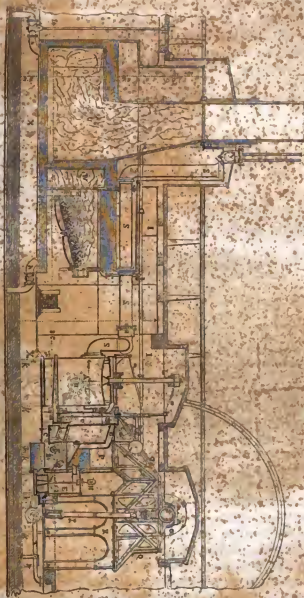
Forma e posizione dell' elice.

Capitolo Secondo.

XXVIII. Disposizione della camera della macchina: sono omessi il moderatore ed altri organi regolatori. — XXIX. Caldaje a condotti e caldaje tubulari. — XXX. Struttura delle caldaje a condotti. — XXXI. Caldaje tubulari. — XXXII. Prove di ignoranza in meccanica. — XXXIII. Numero e dimensioni dei tubi. — XXXIV. Incrostazioni prodotte dall'acqua di mare. — XXXV. Necessità di un indicatore del grado di concentrazione della dissoluzione di sale nella caldaja. — XXXVI. Indicatori areometrici. — XXXVII. Indicatori termometrici. — XXXVIII. Invenzione di Seaward. — XXXIX. Trombe d' acqua di mare. — LX. Espulsione dell'acqua salsa. — LXI. Modo di staccare i sedimenti dalle pareti della caldaja. — LXII. Effetti di corrosione. — XLIII. Efficacia ed economia del combustibile. — LXIV. Rivestitura coibente della caldaja e dei tubi.

XXVIII.

La distribuzione generale della camera della macchina in un bastimento a vapore è presentata nella figura 3.

La natura dell' effetto che la macchina marina è destinata a produrre non rende necessaria e nemmeno possibile quella regolarità d'azione che è indispensabile in una macchina a vapore applicata al servigio delle manifatture. L' agitazione della superficie del mare fa sì che il grado di immersione delle ruote a pale vada soggetto a grandi cambiamenti, per cui la resistenza che l' acqua oppone alla macchina subisce variazioni corrispondenti. Perciò nelle macchine delle navi si omettono il moderatore ed altre parti dell' apparecchio destinate a dare alla macchina quella somma regolarità che

si richiede per le manifatture, e non vi si conservano che quelle che sono necessarie per mantenere l'azione della macchina nella sua piena efficacia.

Sono così estremamente varie le forme in cui si costruiscono le caldaje marine che, in un cenno breve e popolare, quale è il presente non possiamo che indicare alcune delle loro più generali disposizioni e schiarire la spiegazione col mezzo di figure che rappresentino esempii di particolari specie delle medesime.

XXIX.

Per economizzare lo spazio, sono fatte in modo da produrre colle minori dimensioni possibili la necessaria quantità di vapore.

A questo intento si espone al fuoco una superficie più estesa in proporzione alla capacità della caldaja. I condotti, per cui l'aria calda e la fiamma passano nel cammino, sono generalmente costruiti in

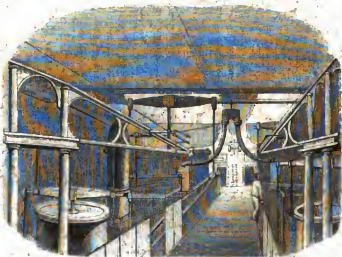



Fig. 3.

modo che l'aria scaldata allo sboccare dai fornelli si può far passare attraverso la caldaja, sia col mezzo di una serie di canali oblunghi o stretti a pareti piane chiamati *condotti*, sia per mezzo di molti tubi di piccolo diametro, che mettono, tanto i primi che i secondi, dai fornelli alla base del fumajolo, e si trovano sei ogni parte al disotto

del livello dell'acqua nella caldaja. Le prime si chiamano *caldaje a condotti*, le altre *caldaje tubulari*.

XXX.

Nella prima di queste specie di caldaje i condotti sono formati in guisa da traversare la caldaja dall'indietro all'innanzi e dall'innanzi all'indietro parecchie volte prima di sboccare nel camino. Tale disposizione rende queste caldaje più costose delle comuni caldaje terrestri ma la quantità di vapore che possono produrre è grandemente accresciuta. Dagli esperimenti fatti a Birmingham, da Mr. Watt, provarono che tali caldaje a pari consumo di combustibile producono in confronto alle comuni caldaje terrestri, una vaporizzazione più forte nella proporzione di tre a due.

Variano all'infinito la forma e la distribuzione degli spazi per l'acqua e dei condotti nelle caldaje a condotti. Le sezioni di cosifatte caldaje sono mostrate dalle figure 4, 5, 6. La figura 4 presenta una

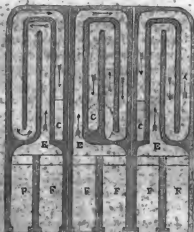



Fig. 4.

sezione fatta da un piano orizzontale che passa traverso ai condotti. I fornelli F comunicano a due a due con uno del condotti E, e l'aria segue lungo di questi l'andamento indicato dalle freccie. Il condotto E passa alla parte posteriore della caldaja, poi si rivolge verso la fronte, poi di nuovo a tergo e finalmente ritorna alla fronte, dove in C comunica col condotto curvo B rappresentata nella sezione traversale verticale, figura 5. Il condotto curvo B termina infine ad un

fumajolo A. Vi sono in questo caso tre caldaje indipendenti, di cui ciascuna lavora per mezzo di due fornelli che comunicano col medesimo sistema di condotti; e nei condotti curvi B, da cui finalmente l'aria passa nel camino, si trovano tre registri indipendenti, per mezzo

Fig. 5.

dei quali si può regolare il fornello di ciascuna caldaja indipendentemente dagli altri, e si può anche togliere separatamente la comunicazione di ciascuna caldaja col camino.

Una sezione longitudinale della caldaja fatta da un piano verticale che si estende da fronte a tergo, è offerta dalla figura 6, dove F,

Fig. 6.

come prima rappresenta il fornello, G le barre della grata in pendio all'ingiù dal davanti all'indietro, H il ponte del fuoco, C il principio dei condotti, ed A il fumajolo. Un'elevazione della facciata della caldaja è presentata dalla figura 7, dove due degli sportelli del fuoco sono chiusi e gli altri due sono omessi, perchè si veda di fronte la disposizione delle barre della grata. Sono praticate anche delle piccole aperture, chiuse da appositi sportelli per cui si può accedere al

lato inferiore dei condotti, fra le travi del fondamento della macchina allo scopo di spazzarli.

Ciascuna di queste caldaje può funzionare indipendentemente dalle altre. In tal maniera, quando la macchina è in alto mare, può lavorare per mezzo di due, quali si vogliano, delle tre caldaje, intanto che si pulisce e si pone all'ordine la terza.

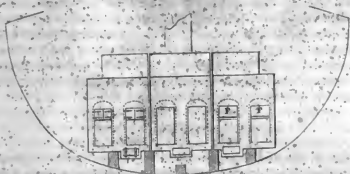



Fig. 7.

Nelle caldaje qui raffigurate i condotti si trovano tutti ad uno stesso livello e girano innanzi e indietro senza sorpassarsi l'un l'altro. In altre caldaje, però, i condotti, dopo essersi diretti all'indietro o all'innanzi presso al fondo della caldaja, volgono all'insù e ripassano verso il fine e verso la fronte ad un livello più presso alla superficie dell'acqua; terminando da ultimo al fumajolo. Si ottiene in questo modo una maggior superficie riscaldante a pari capacità della caldaja.

Si trova in pratica che le parti della superficie dei condotti che hanno maggior efficacia nella produzione del vapore sono le orizzontali alla parte superiore, le meno efficaci le orizzontali alla parte più che bassa e che sono efficaci in grado intermedio le verticali.

Siccome i condotti vanno soggetti ad essere ingombrati dalla fuliggine e dalle ceneri è necessario che abbiano tale grandezza che vi possa entrare un ragazzo per nettarli.

XXXI.

Le caldaje tubulari marittime sono costruite sopra un principio perfettamente simile a quello delle caldaje delle locomotive. La fiamma ed i prodotti gasosi della combustione, sollevandosi dal fornello

ad una temperatura assai elevata, passano per un gran numero, talvolta più centinaja, di tubi di ferro o di rame del diametro di circa tre pollici, che traversano la caldaja inferiormente al livello a cui vi arriva l'acqua, cosicchè prima di sboccare nel fumajolo, la loro temperatura è ridotta ad un punto comparativamente basso e il calorico hanno ceduto viene assorbito dall'acqua che circonda i tubi.

Le caldaje a condotti hanno sulle tubulari i vantaggi di costare di meno e di durare di più. A pari potenza di vaporizzazione, ne sono però più grandi e più pesanti di un terzo e in conseguenza occupano una parte più notevole del carico, e producono; a parità delle altre circostanze, una perdita di spazio in proporzione maggiore, per il che si aumenta la resistenza e si deve quindi o perdere in velocità od accrescere il consumo del combustibile.

XXXII.

Non si può dare una prova più decisiva dell' ignoranza generale che regna sui principii generali risguardanti questo ramo di meccanica del vapore, quanto l' interminabile varietà di forma e di dimensioni adottate nelle caldaje e nei fornelli costruiti non solo da differenti meccanici, ma da un medesimo meccanico per battelli d' egual forza e capacità, ed anche per uno stesso battello in differenti volte. Così le caldaje originarie del Grand'Occidentale, fabbricato per il viaggio da Bristol e Liverpool alla Nuova York, erano di quelle comuni a condotti. Vennero in seguito ritirate e rimpiazzate da caldaje tubulari. Le dimensioni e le proporzioni rispettive di queste due sorta di caldaje destinate alla stessa nave e per lo stesso viaggio differivano completamente fra loro come fossero state designate per navi differenti e per differenti viaggi.

Osservando i processi dei meccanici, quali sono offerti nel quadro precedente, è impossibile di negare che in questi casi i pratici vanno a tastone fra le tenebre senza il più breve beneficio del lume che avrebbero a ricavare dal presente stato di avanzamento delle scienze fisiche.

XXXIII.

In molti bastimenti a vapore, si adottarono dei condotti tubulari a preferenza di quelli più lunghi e a faccie piane ora descritti. Nella seconda coppia suaccennata di caldaje del Grand' Occidentale, i tubi avevano otto piedi di lunghezza e tre pollici di diametro. Nelle cal-

daje del battello a vapore l'Oceano, che erano anch'esse tubulari, le dimensioni principali erano le seguenti:

Caldaje:		Lunghezza	9 piedi.
Numero	3.	Diametro	3 1/4 pollici.
Lunghezza	14 piedi.	Cilindri:	
Larghezza	19 1/2 »	Numero	2.
Fornelli:		Diametro	56 pollici.
Numero	7.	Corsa	5 1/2 piedi.
Lunghezza	7 piedi.	Eccesso della pressione su quella	
Larghezza	2 1/2 »	dell'atmosfera	4 1/2 libbre
Tubi:			per poll. qua.
Materiale	Ferro.	Consumo del carbone	
Numero	378.	in un'ora	18 quintali.

Fra le più recenti specificazioni delle macchine a vapore marittime presentata all'Ammiragliato, ve ne sono alcune in cui le caldaje sono traversate da quasi 2000 tubi di tre pollici e mezzo di diametro esteriore e cinque piedi di lunghezza e che offrono una complessiva superficie riscaldante di quasi 9000 piedi quadrati.

XXXIV.

Una formidabile difficoltà nell'applicare la macchina a vapore ai viaggi sul mare risultò dalla necessità di dovere alimentare la caldaja con acqua salsa invece di acqua dolce. L'acqua marina viene iniettata nel condensatore per liquefarvi il vapore, e mischiato col condensato, è poi condotta nella caldaja come acqua d'alimentazione.

L'acqua di mare, come è notissimo, tiene disciolte certe sostanze saline ed alcaline, di cui la principale è il muriato di soda o sal comune. Diecimila grani di acqua pura di mare contengono duecentoventi grani di sal comune e gli altri ingredienti sono trentatre grani di solfato di soda, quarantadue grani di muriato di magnesia, ed otto grani di muriato di calce. Il calorico che tramuta l'acqua pura in vapore, non vaporizza in pari tempo quei sali che vi si trovano disciolti. Ne consegue, adunque, che intanto che ha luogo la vaporizzazione, il sale, che stava in soluzione nell'acqua evaporata, resta nella caldaja e si discioglie nell'acqua che vi rimane. La quantità di sale contenuta nell'acqua di mare essendo notevolmente più piccola di quella che l'acqua è atta a tenere in dissoluzione, per qualche tempo, il processo della vaporizzazione non ha altro effetto che di

rendere più carica di sale l'acqua della caldaja. Però, continuando l'operazione e crescendo costantemente la proporzione della quantità di sale trattenuta nella caldaja a fronte della quantità dell'acqua; alla fine la soluzione di sale nella caldaja diverrà satura: cioè diverrà tale che l'acqua conterrà in dissoluzione la massima quantità di sale possibile a quella temperatura. Se dunque la vaporizzazione procederà oltre questo punto, il sale lasciato libero dall'acqua che si è vaporizzata, invece di sciogliersi nell'acqua che rimane nella caldaja precipiterà in forma di sedimento: e continuando il processo allo stesso modo, la caldaja, alla fine, sarà divenuta una vera salina.

Se non che, oltre la deposizione del sedimento di sale allo stato incoerente, alcuni dei componenti dell'acqua marina che hanno affinità per il ferro della caldaja, vi si raccolgono sopra formandovi uno strato o crosta allo stesso modo che si osserva che fanno le materie terrose tenute in soluzione nelle acque sorgive quando se ne trova incrostata la superficie interna delle caldaje da terra e quelle dei più comuni recipienti di cucina.

Il rivestirsi di tali incrostazioni la superficie interna della caldaja ed il raccogliersi del sedimento di sale alla sua parte più bassa sono seguiti da effetti perniciosissimi al materiale della medesima. La crosta ed il sedimento formatisi internamente sono pessimi conduttori del calorico, e posti, come sono, tra l'acqua contenuta nella caldaja e le lastre di metallo che la compongono, impediscono che arrivi all'acqua il calorico dalla superficie esteriore di quelle lastre che è in contatto col fuoco. Il calorico, pertanto, accumulandosi sulle lastre della caldaja in modo di scaldarle ad una temperatura superiore di molto a quella dell'acqua contenutavi ha l'effetto di rammollirle, e per la temperatura diseguale comunicata in tal modo alle lastre più basse che sono incrostate in confronto delle più alte che non lo sono, si produce pure una dilatazione diseguale per cui le commessure e le giunture della caldaja si staccano e si aprono, e si formano delle fughe di vapore.

Questi dannosi effetti non si ponno impedire che con uno di questi due mezzi: primo, regolando l'alimentazione della caldaja per modo che l'acqua contenutavi non possa mai giungere il suo punto di saturazione ma sia così limitata la sua dose di sale che abbia a formarsi nessuna inscrostazione perniciosa e nessun deposito: in secondo luogo adottando qualche spediente per cui si possa alimentare la caldaja con acqua dolce. Questo fine non si può conseguire se non condensando il vapore con un getto di acqua dolce e col far lavorare continuamente la caldaja coll'acqua medesima, perchè non si

potrà mai sul mare avere una provvigione d'acqua dolce bastante per una caldaja che funzioni nel modo ordinario.

Il metodo per cui comunemente si impedisce che la proporzione del sale nell'acqua nella caldaja sorpassi un certo limite consiste nello scaricare dalla caldaja nel mare una certa quantità d'acqua soprasalata, e di rimpiazzarla con acqua di mare introdotta nel condensatore per mezzo del robinetto d'injezione, allo scopo di liquefarvi il vapore, la quale mescolandosi coll'acqua proveniente dalla condensazione del vapore forma una soluzione saliva più debole dell'acqua di mare comune. A questo effetto, si pongono di solito dei robinetti, chiamati *robinetti di espulsione*, nella parte più bassa della caldaja dove si raccoglie l'acqua soprasalata che perciò è anche la più pesante. La pressione del vapore e il peso dell'acqua sovraincombente nella caldaja forzano gli strati d'acqua più bassi ad uscire per quei robinetti, ed il processo, che si chiama l'espulsione dell'acqua salsa, è, o dovrebbe essere, praticato a tali intervalli da impedire che l'acqua divenga troppo salata. Quando in questa maniera si è cacciata fuori l'acqua salata, il livello dell'acqua nella caldaja è ristabilito da una corrispondente quantità d'acqua d'alimentazione.

Questo processo, dalla debita e regolare esecuzione del quale dipende in gran parte la conservazione e la bontà della caldaja, è troppo spesso lasciato all'arbitrio del macchinista, che, nella maggior parte dei casi, non è nemmeno fornito dei mezzi opportuni per verificare fino a qual punto lo si debba eseguire. Vogliono comunemente che il macchinista spinga fuori una certa quantità d'acqua ad ogni due ore, ristabilendone il livello nella caldaja con altrettanta acqua di alimentazione: ma è chiaro che il credere sufficiente l'effetto avuto dal processo con questa regola, dipende in gran parte dal supporre che la vaporizzazione continui sempre colla stessa rapidità, il che è lungi dal verificarsi nelle caldaje marittime.

XXXV.

Sarebbe necessario di provvedere un indicatore che mostrasse ad ogni istante il grado in cui è salata l'acqua della caldaja affine di regolare il processo dietro le indicazioni di questo strumento. Lo spingere fuori l'acqua più di frequente che non sia necessario importa uno spreco di combustibile: perchè mentre si scarica nel mare l'acqua calda s'introduce in suo luogo dell'acqua fredda e si viene a perdere in conseguenza tutto il calorico necessario a produrre la differenza fra la temperatura dell'acqua espulsa e quella dell'acqua

alimentare introdotta. Se, invece, si ripete il processo meno frequentemente di quello che è necessario, si formano più o meno l'incrostazione ed il deposito, e ne conseguono i dannosi effetti già descritti.

XXXVI.

Siccome la gravità specifica dell'acqua che tenga in soluzione del sale cresce ad ogni grado di cui si aumenta la forza della soluzione, qualunque forma di areometro atto a fornire un'indicazione visibile del peso specifico dell'acqua contenuta nella caldaja, può adoperarsi come un indicatore che valga a mostrare e quando sia necessario di rinnovare l'operazione e quando la sia stata portata ad un grado sufficiente. Però l'applicazione di un tale strumento, incontrerebbe varie difficoltà pratiche nel caso di macchine marittime.

XXXVII.

La temperatura a cui bolle una soluzione di sale ad una pressione determinata varia notevolmente secondo la forza della soluzione: quanto più questa è concentrata, tanto più elevato è il suo punto di ebollizione ad una medesima pressione. Confrontando, dunque, un manometro unito alla caldaja ed un termometro immerso nell'acqua di questa, e leggendovi la pressione e la temperatura, si potrà sempre avere un' indicazione del grado in cui l'acqua è salata: e non sarebbe difficile il graduare questi strumenti in modo che indicassero simultaneamente il grado della concentrazione.

Se si ritiene difficile in pratica l'applicazione del termometro, si può prendere come mezzo che valga ad indicare il grado in cui è salata l'acqua della caldaja, la differenza fra le pressioni a cui bollono quell'acqua salata e l'acqua dolce ad una stessa temperatura, e non sarebbe difficile di costruire su questo principio uno strumento registratore che non solo indicasse, ma ricordasse d'ora in ora, il grado di concentrazione della dissoluzione. Un piccolo vase d'acqua distillata immerso nell' acqua della caldaja prenderebbe sempre la sua temperatura, e facendo comunicare con un manometro il vapore che vi è generato se ne avrebbe un' indicazione della sua tensione, mentre un altro manometro potrebbe segnare la pressione del vapore nella caldaja sotto alla quale bolle l'acqua salata. La differenza fra le pressioni indicate da questi due istrumenti diverrebbe così un termine di confronto, dal quale dedurre la misura della con-

centrazione dell'acqua della caldaja. Si potrebbe fare che le due pressioni avessero ad esercitarsi alle due estremità di una stessa colonna di mercurio contenuta in un tubo a sifone e la differenza di livello nelle due superficie del mercurio diverrebbe così una misura del grado in cui è salata l'acqua della caldaja.

XXXVIII.

I sigg. Seaward di Linehouse adottarono, in parecchie delle loro macchine, il seguente mezzo per riconoscere il grado in cui è salata l'acqua e per misurare la quantità d'acqua salata che viene scaricata durante il processo. Un verificatore del livello d'acqua di vetro, simile a quello già descritto per le macchine di terra, è destinato ad indicare la posizione della superficie dell'acqua nella caldaja. In questo verificatore stanno due palle idrometriche il cui peso è proporzionato al volume rispettivo per modo che calerebbero a fondo in una dissoluzione di sale che fosse della medesima forza dell'acqua di mare ordinaria. Allorchè la quantità del sale superi $\frac{5}{32}$ parti del peso totale dell'acqua, la più leggiera delle due palle viene a galla; e quando la forza della dissoluzione è poi cresciuta di tanto che la proporzione in peso del sale ecceda $\frac{6}{32}$ parti dell'intero, galleggia anche la più pesante. L'effettiva quantità di sale tenuta in soluzione dall'acqua di mare nel suo stato ordinario è $\frac{1}{32}$ parte del suo peso totale; e quando in forza dell'evaporazione la proporzione del sale è diventata di $\frac{8}{32}$ parti dell'intero, il sale comincia a deporsi. In un indicatore quale è quello ora descritto, l'ascendere della più leggiera palla idrometrica dà segno della necessità di espellere l'acqua più salsa, e l'ascendere della più pesante si può considerare come un indizio di un prossimo grado pericoloso di concentrazione nella caldaja.

Ordinariamente si espelle l'acqua salata dalla caldaja per mezzo di un tubo, munito di chiave e che dalla caldaja passa o traverso il fondo della nave o ad un punto assai basso nel fianco. Qualora il macchinista giudichi che l'acqua della caldaja sia divenuta salata al punto da doversi cominciare l'espulsione, apre la chiave, per cui il tubo comunica col mare, e lascia sgorgarne una non determinata ed incerta quantità d'acqua. Per tal maniera egli scarica, a norma della capacità della caldaja, da due a sei tonnellate d'acqua e ripete l'operazione ad intervalli di due a quattro ore, secondo che gli può parere sufficiente. Se, continuando un simile processo, arriva ad impedire che la caldaja durante il viaggio venga incrostata, egli crede

di avere pienamente soddisfatto al suo dovere, dimenticandosi che può avere espulsa una quantità d'acqua parecchie volte maggiore di quanto necessita alla preservazione della caldaja e sciupata in conseguenza senza bisogno una corrispondente quantità di combustibile. Affine di limitare la quantità d'acqua da scaricarsi i Sigg. Seaward adottarono il congegno seguente. Nella fig. 8 è rappresentata una

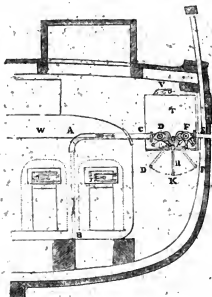



Fig. 8.

sezione trasversale d'una parte della nave a vapore; *w* è il livello dell'acqua nella caldaja, B la bocca d'un tubo d'espulsione presso al fondo della caldaja. Questo tubo si innalza fino ad A e piegandosi nella direzione orizzontale, AC, mette in un serbatojo, T, capace esattamente d'una tonnellata d'acqua. Il tubo comunica col recipiente per mezzo d'un robinetto D governato da una leva H. Quando la leva è messa nella posizione D', il robinetto D è aperto e quando la è in K, il robinetto è chiuso. Dal medesimo serbatojo deriva un altro tubo E che dal fianco della nave sbocca nel mare, munito di un robinetto F posto del pari in comunicazione colla leva H per modo da essere aperto quando questa sia tirata nella posizione F', intanto che il robinetto D rimane chiuso per tutte le posizioni che può assumere la leva tra K ed F'. Così, allorquando è aperto il

robinetto F di comunicazione col mare sta chiuso quello D che comunica colla caldaja, e viceversa, e sono chiusi entrambi i robinetti quando si dia alla leva la positura intermedia K. Per tale disposizione la caldaja non può essere lasciata in comunicazione col mare, per qualche trascuraggine durante l'espulsione, nè può esserne scaricata più di una tonnellata d' acqua se non per azione immediata del macchinista. Si evitano così le dannose conseguenze che talvolta si verificano quando per una negligenza del macchinista rimangano aperti i robinetti di espulsione. Quando sia necessario di espellere l'acqua il macchinista muove la leva H nella posizione D'. La pressione che il vapore nella caldaja esercita sulla superficie dell'acqua forza l'acqua salsa ad ascendere nel tubo BA ed a passare, per mezzo del robinetto aperto C, nel serbatojo, continuando così finchè questo sia pieno: avvenuto questo, si muove la leva dalla posizione D' in F per cui si chiude il robinetto D e si apre il robinetto F. L'acqua dal bacino effluisce nel mare lungo il tubo E, essendo aperto l'adito all'aria da una valvola V, posta nella soffitta del recipiente, la quale si apre verso l' interno. Si scarica una seconda tonnellata di acqua marina movendo da capo la leva nella posizione D' e ritornandola in seguito nella posizione F: e in questa maniera l' acqua salsa si scarica a tonnellata per volta, finchè la copia d'acqua d'alimentazione che le viene sostituita fa calare a fondo le due palle nell'indicatore.

XXXIX.

Un metodo differente per conservare la debita dolcezza dell'acqua nella caldaja, fu adottato dai Sigg. Maudslay e Field. Si mettono in comunicazione colla parte più bassa della caldaja delle trombe chiamate *trombe d' acqua di mare*, costruite in maniera da estrarne l'acqua salsa, e spingerla in mare. Queste trombe d'acqua di mare sono manovrate dalla macchina e la loro azione è costante. Le trombe alimentari sono mosse parimenti dalla macchina e il loro effetto è proporzionato à quello delle prime per modo che la quantità di sale che viene da queste scaricata in mare in un tempo determinato, sia eguale a quella che entra contemporaneamente in soluzione nell'acqua fornita da esse. Con ciò si mantiene costantemente nella caldaja la stessa quantità effettiva di sale, e in conseguenza la forza della soluzione rimane invariabile. Supponiamo che l' acqua salsa scaricata dalla tromba d'acqua di mare contenga $\frac{3}{32}$ parti di sale, mentre l'acqua introdotta dalla tromba alimentare ne contenga solo una trentaduesima

parte; allora è manifesto che in cinque piedi cubici d'acqua d'alimentazione vi è la stessa quantità di sale che in un piede cubico di quell'acqua salsa. In tali circostanze la tromba d'aqua di mare dovrà costruirsi tale da scaricare 1/5 della quantità d'acqua introdotta in pari tempo dalle trombe alimentari, cosichè 4/5 di tutta l'acqua introdotta nella caldaja si vaporizzeranno e serviranno a far funzionare la macchina.

Nelle macchine marine costruite dai signori Maudslay e Field fu adottato un mezzo di serbare il calore dell'acqua salsa simile ad uno usato da lungo tempo nelle caldaje a vapore ed in varii apparati per il riscaldamento delle abitazioni. La corrente d'acqua salsa calda è condotta fuori della caldaja lungo un tubo contenuto in un'altra per mezzo del quale si introduce l'acqua d'alimentazione. Perciò la corrente d'acqua salsa calda, nell'uscirne, comunica una notevole parte del suo calore alla fredda di alimentazione che vi entra; e con tal mezzo si trovò di poter ridurre ad una temperatura di circa 100° F. l'acqua salsa scaricata nel mare.

Questo spediente è così efficace, che quando l'apparato sia costrutto in modo conveniente, e mantenuto in buon stato, lo si può riguardare quasi atto ad impedire perfettamente le incrostazioni e la deposizione del sale nella caldaja, e non esige un gran consumo di combustibile.

XL.

Alcuni pratici sostengono che l'economia del calore ottenuta colle trombe d'acqua di mare, ora descritte, è più che controbilanciata dai pericoli che presentano, quando non si osservino le dovute precauzioni. I tubi che servono a scaricare l'acqua salsa, dicono, vanno soggetti ad essere ostrutti in questo caso, le trombe cesseranno necessariamente di funzionare, sebbene al macchinista sembrerà che lo facciano; e così l'acqua della caldaja potrà divenire salata ad un grado qualunque senza che il medesimo se ne accorga. Quando il processo dell'espulsione dell'acqua salsa è eseguito nella maniera consueta, senza le trombe d'acqua di mare, il meccanico osserva il suo verificatore dell'acqua e tiene aperto il suo robinetto d'espulsione finchè il livello dell'acqua sia disceso al punto voluto. In queste circostanze si ha la certezza di avere scaricata la caldaja d'una certa quantità d'acqua salsa, certezza che viene a mancare nel caso d'una scarica continua per mezzo delle trombe d'acqua di mare.

Questi spedienti, dunque, si pretende, dovrebbero sempre essere

accompagnati da qualche indicatore, atto a mostrare il grado in cui è salata l'acqua della caldaja, come quello che ora veniamo a descrivere.

XLI.

In pratica, se una caldaja marina è governata regolarmente e l'acqua salsa è scaricata o col metodo comune dei robinetti d'espulsione, o colle trombe di acqua di mare, o con qualunque altro espediente, atto ad imporre limiti necessarii al grado di concentrazione dell'acqua nella caldaja, i mali provenienti dall'incrostazione sono affatto trascurabili.

In tutti i casi si troverà sempre che si forma un sedimento sulla superficie interna della caldaja che deve essere levata di tanto in tanto quando la nave è in porto. Il metodo migliore a ciò è di ardere nei fornelli della raschiatura o qualche altro combustibile leggiero ed infiammabile mentre la caldaja è vuota e la valvola di sicurezza è aperta. Essendo maggiore la dilatazione del metallo, dovuta al calore sviluppato in tal guisa, di quella della materia che compone il sedimento, quest'ultima si stacca e cade in pezzi sul fondo della caldaja da cui la si può estrarre coll'acqua al passo dell'uomo.

Talvolta però sarà preferibile di staccare il sedimento con un martello o con uno scalpello.

XLII.

Si erra grandemente se si crede che le incrostazioni sieno la sola o la principale causa del rapido consumarsi delle caldaje marine. Se così fosse, quelle caldaje marine in cui sono adottati gli spedienti per adoperarvi acqua dolce, o quelle in cui si osserva regolarmente il processo dell'espulsione dell'acqua salsa, e nelle quali si stacca il sedimento prima che il suo spessore sia divenuto pericoloso, dovrebbero di necessità durare altrettanto, o quasi altrettanto delle caldaje terrestri. Si trova invece che le caldaje in cui questi spedienti sono adottati colla maggiore efficacia e colla massima regolarità, ciò nonostante, durano assai meno in paragone delle caldaje da terra. Così, mentre una caldaja terrestre durerà un venti anni, una caldaja marina similmente costrutta, anche colla massima cura, sarà consumata in quattro o cinque anni.

La causa di questa rapida distruzione della caldaja è la corrosione; ma come si produca questa corrosione è un quesito a cui

nón si è ancora risposto in modo soddisfacente. Si sostiene che non la si possa ascrivere a nessuna azione chimica dell'acqua del mare sul ferro in quanto che i condotti delle caldaje marine si vedono di raro deteriorati da questa causa, ed anche nelle caldaje marine consumate i segni del martello sui condotti sono tanto visibili come quando uscivano dalle mani del fabbricatore di caldaje. La sottile pellicola di sedimento che copre la superficie interna dovrebbe anzi preservare il ferro dall'azione dell'acqua. In fine la sede della corrosione non è mai in quelle parti della caldaja che sono in contatto coll'acqua. La corrosione si mostra in quelle parti metalliche che racchiudono lo spazio del vapore; ma anche ivi l'effetto è così irregolare che non se ne può cavare alcun dato per rintracciarne in maniera soddisfacente la causa. La parte corrosa più rapidamente in una caldaja, in un'altra non è affetta del tutto; in qualche caso si trova intaccato un lato della cassa del vapore mentre l'altro lato è intatto. Talvolta il ferro si sfalda in iscaglie, talvolta prende quell'aspetto che avrebbe se fosse corroso da un acido.

XLIII.

Nell'applicazione della macchina a vapore al moto delle navi in viaggi di molta estensione, l'economia del combustibile acquista un'importanza maggiore di quella che può avere nelle macchine da terra anche nelle località più lontane dalle miniere di carbone fossile e dove questo è più caro. Il limite pratico d'un viaggio a vapore essendo determinato dalla massima quantità di carbone di cui si può caricare il bastimento, ogni spediente per cui s'accresca l'efficacia del combustibile è un mezzo non solo di risparmio ma di estendere maggiormente i limiti della potenza del vapore nella navigazione. Si attese di molto ad aumentare il lavoro della macchina nei distretti di Cornavaglia ricchi di miniere, dove la quistione della loro efficacia non è che una quistione economica; ma assai maggiormente si dovrebbe curare questo soggetto quando la possibilità di mantenere la comunicazione a vapore fra i più distanti punti del globo dipende forse dall'effetto prodotto con una data quantità di combustibile. Finchè la navigazione a vapore si limitava ai trasporti sui fiumi e sui canali, ed a viaggi lungo le coste, la velocità del battello era lo scopo più importante qualunque fosse il dispendio di combustibile che potesse esigere: ma dacchè la navigazione a vapore fu estesa a viaggi sull'Oceano nei quali si deve trasportare del carbone in copia sufficiente a mantenere in operazione la macchina

per un lungo periodo di tempo, senza poter rinnovare le provvigioni, si deve attendere specialmente ai mezzi d'economizzarlo.

Molta dell'efficacia del combustibile dipende dal buon governo del fuoco e quindi dall'abilità e dalla diligenza dei fuochisti. Una volta la bravura del fuochista si determinava dall'abbondante produzione di vapore e, finchè il vapore si svolgeva sovrabbondantemente, sebbene anche andasse sprecato, si giudicava che il fuochista avesse soddisfatto al suo dovere. Non si pensava che il fuoco dovesse regolarsi a misura del bisogno della macchina, e sia che richiedesse vapore in piccola od in grande quantità, l'ufficio del fuochista era di attizzare il fuoco colla massima forza.

Poichè la resistenza opposta dalle ruote a pale d'un battello a vapore varia secondo lo stato del tempo, il consumo del vapore nei cilindri deve sottostare ad una variazione corrispondente; e se la produzione del vapore nella caldaja non gli è proporzionata, o la macchina lavorerà con minore efficacia di quello che potrebbe in quelle circostanze di tempo, o la caldaja produrrà vapore in copia maggiore di quello che ponno consumare i cilindri, e il soprappiù andrà sprecato scaricandosi attraverso le valvole di sicurezza. I fuochisti d'una macchina marina, per compiere a dovere il loro ufficio, e ricavare dal combustibile il maggior possibile effetto, devono disimpegnare le funzioni d'un regolatore da fornello della specie di quelli già descritti; devono quindi regolare la forza del fuoco a norma della quantità di vapore che i cilindri possono consumare ed aver cura di non lasciare cadere nel ceneratojo nessun combustibile inconsunto.

XLIV.

Da principio si lasciava disperdere il calorico irradiato dalla superficie della caldaja, il quale produceva effetti dannosi su quelle parti della nave a cui veniva trasmesso. Si trovò rimedio a questo inconveniente col rivestire di feltro la caldaja, i condotti del vapore ecc. dei battelli a vapore; con questo mezzo si impedisce quasi se non del tutto completamente che si disperda il calorico dalla superficie della caldaja. Il feltro è mantenuto aderente alla caldaja mediante un grosso rivestimento di piombo bianco e rosso. Un simile spediente fu applicato la prima volta nel 1818 ad un battello privato del signor Watt chiamato la Caledonia; e fu subito dopo adottato in un altro, il meccanismo del quale fu costrutto a Soho, chiamato il Giacomo Watt.

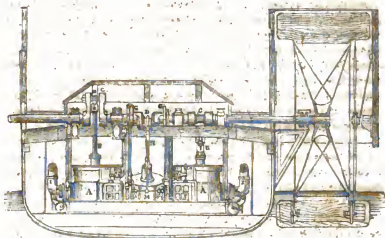



Fig. 10.

Capitolo Terzo.

XLV. Economia del combustibile. — XLVI. Larghezza e profondità del fornello. — XLVII. Vantaggio dell' espansione. — XLVIII. Macchine Siamesi. — XLIX. Disposizione semplificata. — L. Numero e posizione dei cilindri. — LI. Proporzione fra il diametro e la corsa. — LII. Macchine a cilindri oscillanti. — LIII. Macchine del Peterhoff. — LIV. Organi motori. — LV. Le ruote a pale comuni. — LVI. Pale snodate. — LVII. Ruote a pale di Morgan. — LVIII. Pale a gradini di Field. — LIX. Ruote a pale Americane. — LX. Inconvenienti pratici delle pale snodate. — LXI. Proporzioni delle macchine marine. — LXII. Motori sommersi. — LXIII. Loro svantaggi. — LXIV. Motori ad elice. — LXV. Passo dell' elice e scorrimento. — LXVI. Maniera di montare i motori ad elice. — LXVII. Loro varie forme.

XLV.

L'economia del combustibile dipende in gran parte dalla disposizione dei fornelli e dalla maniera di alimentarli. In generale ogni caldaja lavora per mezzo di due o più fornelli che comunicano tutti con un medesimo sistema di condotti. Intanto che si alimenta il fornello, restando aperto lo sportello, vi si precipita una corrente d'aria fredda che, passando sopra al combustibile ardente, raffredda

i condotti: questo è un danno da evitarsi. Ma se d'altra parte si alimentano i fornelli a lunghi intervalli, in ogni fornello verrà ammucchiato di soverchio il combustibile, se ne svolgerà una gran quantità di fumo e altrettanto imperfetta sarà la combustione. Nel trattato delle Macchine a Vapore si è già detto come si usi cuocere dapprima il combustibile sulla parte anteriore della grata, con che si ottiene la perfetta combustione. Se non che l'introdurre di frequente il combustibile per disporlo accuratamente sulla parte anteriore della grata, e spingerlo poi verso il fondo di mano in mano che vi si sostituisce del combustibile fresco, richiederebbe che venisse aperto troppo di frequente lo sportello lasciando entrare l'aria fredda. Richiederebbe anche per parte dei fuochisti maggiore sorveglianza di quella che ponno generalmente prestare nelle circostanze in cui lavorano. Perciò nei battelli a vapore i fornelli sono alimentati meno di frequente, il combustibile vi è introdotto in gran copia, e vi si produce una combustione meno perfetta.

Quando sotto una stessa caldaja sono costruiti parecchi fornelli che comunicano con un medesimo sistema di condotti, l'operazione di alimentarne uno e di aprirne perciò lo sportello, incaglia l'azione degli altri, perchè la corrente d'aria fredda che vi entra affievolisce l'aspirazione e diminuisce l'efficacia dei fornelli in attività. Da principio nei bastimenti della forza di più di cento cavalli si usava porre sotto a ciascuna caldaja quattro fornelli; i quali comunicavano con uno stesso sistema di condotti. Ma si trovò che da questa disposizione nasceva una cattiva aspirazione nei fornelli, e che perciò essa richiedeva una soverchia superficie riscaldante per produrre la necessaria quantità di vapore; donde poi la macchina veniva ad occupare nella nave uno spazio troppo grande in paragone della sua potenza. Perciò si è introdotto recentemente di accordare un sistema separato di condotti ad ogni due od al più ad ogni tre fornelli. Quando tre fornelli comunicano con un condotto comune, due di essi sono sempre in azione intanto che si spazza il terzo; ma se la stessa quantità di fuoco venisse distribuita fra due fornelli, l'operazione di nettarne uno porrebbe fuori d'azione metà della totale quantità di fuoco, e in questo frattempo la vaporizzazione verrebbe diminuita con pregiudizio.

XLVI.

L'esperienza ha insegnato che le pareti laterali dei fornelli soggiacciono ad una più rapida distruzione che non le loro vôlte, proba-

bilmente perchè vi si formano di preferenza i depositi. Perciò i fornelli non si devono tenere stretti oltre un certo limite: in pratica anche una soverchia profondità da fronte a tergo ha i suoi inconvenienti, perchè esige una lunghezza considerevole negli utensili da fuoco, e rende necessaria una corrispondente grandezza della camera. Si raccomanda da chi ha molta esperienza dei battelli a vapore che i fornelli della lunghezza di sei piedi da fronte a tergo non siano larghi meno di tre piedi affinchè vi si possa far fuoco col minor guasto possibile delle pareti laterali, e affinchè il fuoco vi si possa mantenere nelle condizioni necessarie a produrre il massimo effetto. Il cielo del fornello appena si logora talvolta; e raro è che si alteri di figura, a meno non si lasci abbassare il livello dell'acqua al disotto di esso.

XLVII.

Il metodo peraltro di ottenere in pratica il massimo effetto da una determinata quantità di combustibile dipende principalmente dall'estesa applicazione del principio dell'espansione. Questo fu il mezzo per cui le macchine di Cornovaglia raggiunsero una potenza di lavoro straordinaria. La difficoltà di applicare questo principio alle macchine marine dipendeva da un'opinione sollevata in Europa, cioè che non convenisse far uso del vapore ad alta pressione, nelle circostanze in cui la macchina deve funzionare in mare. Per applicare il principio dell'espansione è necessario che la forza motrice sul principio della corsa superi notevolmente la resistenza, indebolendosi poi gradatamente fino a che non sia compiuta la corsa, al termine della quale si riduce minore della resistenza. Ma queste condizioni si possono conseguire anche con vapore di moderata pressione purchè la superficie dello stantuffo della macchina sia di sufficiente grandezza.

XLVIII.

Un metodo di rendere il principio dell'espansione praticabile in mare e compatibile col vapore a bassa pressione fu progettato ed eseguito dai signori Maudslay e Field. Questo loro miglioramento consiste nell'applicare due cilindri ad ogni macchina, in maniera che il vapore operi contemporaneamente sui loro due stantuffi, facendoli salire e discendere assieme. Le aste di questi sono attaccate entrambe ad una medesima traversa orizzontale, e così la loro azione

combinata è applicata ad una manovella sola mediante un regolo d'unione frapposto ai due stantuffi.

La figura 9 presenta una macchina di questa specie (che fu chiamata macchina Siamese) come apparirebbe tagliandola con un piano passante per le due aste P e P' degli stantuffi e per i cilindri. Le aste

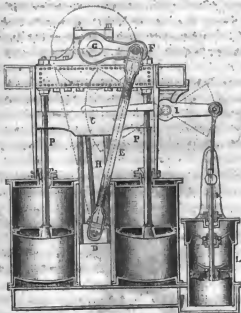



Fig. 9.

degli stantuffi sono attaccate ad una traversa C che sale e scende con loro. Questa trascina su e giù un asse D a cui si congiunge l'estremo inferiore del regolo d'unione E. L'altro capo di questo muove il manubrio della manovella, e mette in rotazione l'albero G delle pale. Un regolo H comunica il movimento per mezzo di un bilanciere I all'asta K della tromba ad aria L.

Macchine costruite su questo principio vennero adattate a parecchi battelli a vapore e fra gli altri alla fregata a vapore di Sua Maestà Britannica chiamata *la Retribuzione*.

XLIX.

Negli ultimi dieci o quindici anni, e specialmente dopo che fu adottato più universalmente l'uso dei motori ad elice, venne semplificata di molto la distribuzione del meccanismo delle macchine a

vapore di mare. Si diminuì così il loro volume come la spesa della costruzione: e si accrebbe in proporzione corrispondente il carico proficuo della nave. Si tralasciarono per lo più il bilanciere ed i suoi accessorj, e le aste degli stantuffi vennero collegate in modo più diretto colle manovelle.

In alcuni casi le aste degli stantuffi sono mantenute nella propria direzione per mezzo di guide, ed il loro movimento rettilineo si combina con quello rotatorio delle manovelle mediante regoli di unione i quali oscillano in conseguenza fra i punti estremi del giuoco delle manovelle.

In altri casi si fanno oscillare i cilindri medesimi: e allora si risparmiano i regoli d'unione, e i capi delle aste degli stantuffi si congiungono colle manovelle immediatamente. L'oscillazione dello stantuffo produce il movimento delle valvole necessarie per l'alternativa introduzione ed emissione del vapore da ciascuna estremità del cilindro.

L.

Vario è il numero dei cilindri, essendovene talvolta due, talvolta tre, talvolta quattro, e qualche volta, sebbene assai di rado, uno solo. È pure soggetta a molta variazione la lor giacitura, poichè il loro asse talvolta è verticale, tal'altra orizzontale e qualche altra obliquo.

LI.

La proporzione fra il diametro e la corsa è pure assai varia. Generalmente si tende ad aumentare la grandezza relativa del diametro, tantochè in alcune macchine di recente costruzione è più che doppio della corsa, e di rado è meno di due terzi di questa. Così nelle macchine del *Niger*, fabbricate dai signori Maudslay e Field, i cilindri hanno il diametro di 48 pollici e la corsa di soli 22 pollici; e in quelle del *Simoom* dei signori Boulton e Watt hanno 44 pollici di diametro e 30 di corsa.

Lo scopo per cui si abbrevia la corsa è di scemare il momento dello stantuffo, poichè ad ogni tratto il suo moto deve invertirsi.

LII.

Nelle macchine a cilindri oscillanti, la cima dell'asta dello stantuffo è congiunta colla manovella, e l'asta si muove innanzi e in-

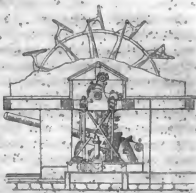
dietro nella direzione dell'asse del cilindro, mentre la sua estremità gira circolarmente assieme alla manovella. È dunque necessario che il cilindro abbia ad oscillare da un lato all'altro per conciliare il movimento dell'asta dello stantuffo con quello della manovella. A questo intento il cilindro è munito a ciascuno dei lati di un breve pernio o cardine cavo, e su questi cardini oscilla: per l'uno passa nel cilindro il vapore proveniente dalla caldaja, e per l'altro sbocca nel condensatore. L'alternata introduzione ed emissione del vapore da una parte e dall'altra dello stantuffo, è governata da una valvola attaccata al cilindro e che oscilla con esso. Nella maggior parte delle macchine peraltro si impiegano solitamente per questo ufficio due valvole, e queste sono così disposte da equilibrarsi a vicenda.

Di solito le macchine a cilindri oscillanti si pongono immediatamente sotto le manovelle, e non occupano sulla lunghezza del battello che la porzione corrispondente al diametro del cilindro. Sull'albero che concatena la macchina e che si chiama l'albero intermedio, è fissa una manovella che nel ruotare pone in movimento lo stantuffo della tromba ad aria.

LIII.

Le disposizioni più usitate nei migliori bastimenti a cilindri oscillanti si intenderanno coll'aiuto delle figure 10 e 11, delle quali la prima rappresenta una sezione trasversale dell'yacht a vapore *Peterhoff* costrutto per l'Imperatore di Russia dai signori Rennie, e la seconda offre una veduta laterale della macchina di questa nave. A, A sono i cilindri, B,B i dirigenti unione congiunti immediatamente colle manovelle C, C; D la manovella sull'albero intermedio la quale muove lo stantuffo della tromba ad aria. E, F, F sono le valvole a cassetta da cui è governata la distribuzione del vapore al cilindro; G, G

Fig. 11.

sono eccentrici doppi sull'albero intermedio i quali servono a muovere le valvole F, F; H è un manubrio mediante il quale si può fermare la macchina, oppure invertirne il movimento; I, I sono

i tubi del vapore che mettono ai cardini K,K, sui quali e su altri perni connessi col tubo M, oscillano i cilindri; O il tubo dell'acqua superflua, per cui l'acqua che ha servito a condensare il vapore è spinta in mare. Le stesse lettere si riferiscono alle medesime parti in ambedue le figure.

LIV.

Affinchè la forza motrice avesse a somministrare il maggiore effetto meccanico possibile nel far progredire il bastimento, sarebbe necessario che essa agisse sull'acqua costantemente in direzione orizzontale ed opposta a quella della nave. Finora non è stato inventato un sistema di motori che soddisfaccia perfettamente a questa condizione. Si concedettero bensì privilegi a parecchie ingegnose combinazioni di meccanismo dirette a disporre la superficie dei motori sotto quegli angoli che gl' inventori stimavano più vantaggiosi: ma nel maggior numero la soverchia complicazione del congegno fu un inconveniente fatale. Nessun'altra parte del meccanismo d' un battello a vapore soggiace più dei motori ad essere guasta in mare; e quindi al buon andamento pratico è assolutamente necessaria una semplicità di costruzione che permetta di rimediare a simili guasti.

LV.

Le ordinarie ruote a pale, come si è già detto, sono ruote che girano sopra un albero mosso dalla macchina, e che portano alla loro circonferenza un certo numero di tavole piane, chiamate pale, che vi sono assicurate in una positura stabile per mezzo di viti e caviglie; queste positure poi sono tali che i piani delle pale concorrono al centro dell'albero su cui girano le ruote. In conseguenza di siffatta disposizione ogni pala non può agire nella direzione interamente favorevole al moto della nave se non quando arriva al punto più basso. Nella figura 12, O è l'albero o la sala di una ruota a pale ordinaria: le posizioni delle pale sono figurate in A,B,C, ecc. X,Y esprime il livello dell'acqua, e la direzione del battello si suppone da X verso Y: le frecce indicano il verso in cui gira la ruota. Questa è immersa per tutta l'altezza della sua pala più bassa, atteso che un grado minore di immersione renderebbe meccanicamente inutile parte della superficie di ciascuna pala, Nella posizione A tutta la forza della pala A è utile a muover la nave: ma quando la pala entra nell'acqua nella posizione H, il suo sforzo contro l'ac-

qua non è diretto orizontalmente, epperò non è efficace che in parte sul movimento; una parte della forza che spinge la pala si consuma nel deprimere l'acqua, l'altra nel cacciarla in direzione op-

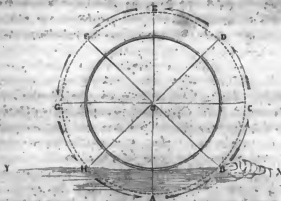



Fig. 12.

posta a quella della nave, e nel farle produrre così, colla sua reazione, un certo effetto motore. Ogni pala, pertanto, entrando nell'acqua in H tende a formarvi un incavo od un foro, che l'acqua per la sua solita proprietà tende di continuo a riempire. Dopo oltrepassato il punto infimo A, mentre la pala va accostandosi alla posizione B, dove emerge dall'acqua, la sua azione ritorna ad essere obliqua; e solo una parte di essa ha effetto sul movimento, mentre l'altra tende a sollevare l'acqua, e a gettare in alto l'onda e la schiuma dietro alla pala. È evidente che quanto più profondamente si immerge la ruota a pale, tanto maggiore è la porzione di forza motrice sprecata in deprimere e sollevare l'acqua; se fosse immersa fino all'asse, in tal caso tutta la forza della pala andrebbe perduta nel momento che questa si immerge nell'acqua e nel momento che ne esce, perchè nessuna parte di quella forza tenderebbe a far progredire la nave. Se poi fosse immersa ancora più profondamente, in tal caso le pale più alte dell'asse contrasterebbero il moto della nave. Quando dunque il bastimento è convenientemente aggiustato, l'immersione non deve sorpassare l'altezza della pala più bassa nè esserne minore: ma, per varie ragioni, è impossibile di mantenere in pratica l'immersione a questo grado prestabilito: l'agitazione della superficie del mare, facendo traballare la nave, fa necessariamente variare di molto l'immersione delle ruote a pale, di modo che spesso una ne sarà immersa fino all'asse e l'altra quasi interamente fuori dell'acqua.

Va pure soggetta a cambiarsi la profondità a cui pesca il battello a seconda delle variazioni che avvengono nel suo carico: queste si verificano necessariamente in quei battelli a vapore che intraprendono lunghi viaggi; perocchè alla partenza sono sopraccarichi di combustibile, e siccome questo vien consumato di mano in mano durante il tragitto, così la nave si viene continuamente alleggerendo.

LVI.

Per togliere questo difetto e trarre il maggior profitto possibile dalla forza motrice delle pale sarebbe necessario di costruirle in modo che nell'immergersi entro l'acqua e nell'uscirne la fendessero col

Fig. 13.

taglio, o poco meno, imitando così quel che sogliono fare col remo i barcaioli. Un meccanismo che conseguisse pienamente questo scopo farebbe lavorare le pale in un silenzio quasi perfetto e toglierebbe quasi al tutto le importune e dannose vibrazioni prodotte dall'azione delle pale comuni. Ma non è punto facile il costruire pale snodate che possan servire nelle circostanze in cui lavorano le ruote d'una nave a vapore: e un meccanismo complicato che quando fosse guasto non si potesse facilmente acconciare da quegli operaj con quegli utensili che si possono avere in mare, andrebbe soggetto a molti inconvenienti.

Le pale snodate devono necessariamente potersi muovere indipendentemente dalle ruote, perchè se venissero fissate in una giacitura qualunque, sebbene questa fosse la più favorevole alla loro azione in una posizione particolare, non sarebbe più tale durante tutto il rimanente del loro giro nell'acqua. Così la pala al punto più basso dovrebbe essere verticale, e talmente disposta che, prolungando il suo piano all'insù, avesse a passare per l'asse della ruota; ma nelle altre posizioni che assume entro l'acqua, dovrebbe volgere il suo margine superiore, non all'asse della ruota, bensì verso un punto alquanto

di sopra al punto più alto di questa. Il punto preciso a cui si deve dirigere il margine della pala si può determinare matematicamente: ma la sua posizione varia a norma delle circostanze dipendenti dal moto del battello. Il moto progressivo del battello, anche lasciando da parte il vento e la corrente, deve manifestamente essere più lento di quello delle pale intorno all'asse della ruota: poichè gli è appunto da questa differenza di velocità che nasce nell'acqua la reazione da cui è spinta innanzi la nave. Non è peraltro invariabile la proporzione tra la rapidità con cui progredisce il battello e quella con cui ruotano le pale: essa cambia anzi a seconda della forma e della struttura della nave e della profondità a cui questa è immersa: nondimeno è dessa che deve determinare la maniera in cui le pale hanno a variare la loro giacitura. Se la rapidità con cui progredisce il battello fosse quasi eguale a quella con cui girano le pale, queste dovrebbero variare la loro giacitura per modo che i loro margini superiori avessero a dirigersi a un punto pochissimo al di sopra del punto più elevato della ruota. Questo stato di cose non può verificarsi che nel caso di un battello a vapore che peschi poco, foggiato a scialuppa, e costrutto in modo da trovar poca resistenza nell'acqua. All'opposto, quanto maggiore è il grado dell'immersione, e quanto meno stretta la forma della nave, tanto maggiore sarà la resistenza incontrata nel fendere l'acqua, e tanto maggiore la rapidità di rotazione delle pale in confronto di quella progressiva del battello. In quest'ultimo caso il movimento indipendente delle pale dovrebbe essere tale che i loro margini, quando sono sott'acqua, avessero a dirigersi verso un punto situato notevolmente al di sopra del punto culminante della ruota a pale.

Furono inventati e patentati molti congegni meccanici per conseguire l'intento ora esposto. Alcuni di questi fallirono per la ragione che i loro inventori non intendevano chiaramente quale fosse il preciso movimento da imprimersi alle pale; altri fallirono per essere troppo complicato il meccanismo che doveva produrre l'effetto desiderato.

LVII.

Uno di questi congegni di recente costruzione, e presentato dalla figura 11, è quello della ruota a pale del battello a vapore russo il *Peterhoff*. A porgere peraltro un idea generale del principio delle pale snodate, abbiamo rappresentato nella figura 14 la forma di ruote chiamate ruote a pale di Morgan.

Si può dire in breve che il congegno consiste nel far sì che la ruota che porta le pale giri intorno ad un centro, e i raggi che le

muovono girino intorno ad un altro. Sia A B C D E F G H I K L il contorno poligonale della ruota a paje, formato da aste diritte, congiunte saldamente fra loro alle estremità dei raggi della ruota, la quale gira sull'albero che è messo dalla macchina; il centro di questa ruota è in O. Fin qui la ruota somiglia a quelle comuni a pale: ma le pale, non sono come in quelle ordinarie, fermate in A,

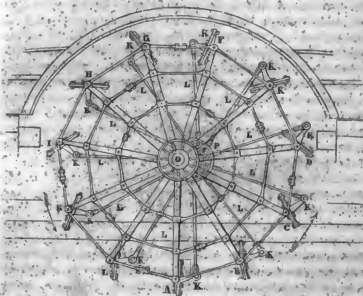



Fig. 14.

B, C ecc. in modo da dirigersi sempre verso il centro O, ma vi sono imperniate su altrettanti assi orizzontali di maniera che ruotando intorno ad essi possono prendere quell'inclinazione che si vuole rispetto all'acqua. Dai centri, o dalla retta che unisce i perni su cui ruotano queste pale, sporgono dei corti bracci K fermamente fissati alle pale sotto un angolo di circa 120°. Impresso che sia un movimento a questo braccio K, esso comunicherà un movimento angolare corrispondente alla pala, facendola girare sopra i suoi perni. Alle estremità di ciascuno dei bracci, segnati K, vi è una prominenza o pernio a cui si attacca rispettivamente uno dei raggi L, cosicchè può variare l'angolo compreso fra ciascuno dei raggi L ed il corto braccio K ad ogni movimento che venga impresso ad L; i raggi all'altra estremità si congiungono in un centro attorno al quale possono ruotare. Ora, i punti A, B, C, ecc., che sono i perni su cui girano

le pale, descrivendo delle circonferenze di cerchio aventi per centro O, stanno sempre ad eguale distanza da questo punto, e in conseguenza la loro distanza dall'altro centro P varia continuamente. Così, quando una pala arriva in quel punto della sua rivoluzione in cui l'asse attorno a cui si muove giace precisamente fra esso e il centro Θ, la sua distanza dal primo centro è minore che in qualunque altra posizione. Appena lasci quel punto, va gradatamente crescendo la sua distanza dal centro medesimo, finchè giunge al punto opposto della sua rivoluzione, e allora il centro O si trova esattamente fra esso e il primo centro, ed è massima la distanza fra questo primo centro e la pala. Questo continuo variarsi della distanza fra ogni pala ed il centro P si combina colle variazioni dell'angolo compreso fra il raggio L e il corto braccio K della pala; intanto che la pala si avvicina al centro P, esso gradatamente diminuisce, e quando invece aumenta la distanza fra la pala ed il centro, cresce anche l'angolo. Questi cambiamenti della grandezza dell'angolo, che si conciliano in questo modo coi cambiamenti di posizione della pala rispetto al centro P, sono visibili nella figura. La pala D è la più vicina al centro P; e si vedrà che quivi l'angolo contenuto da L K è assai acuto; in E cresce l'angolo fatto da L e K, ma è tuttora acuto; in G è cresciuto fino ad essere retto; in H diviene ottuso, e in K, dove la pala è più distante dal centro P, diviene ottuso al massimo grado. Ritorna a diminuirsi in L, e si riduce ad un angolo retto fra A e B. Ora questo continuo cambiamento di direzione del braccio corto K è accompagnato necessariamente da una variazione equivalente nella giacitura della pala a cui è attaccato; e la posizione del secondo centro P è, o potrebbe essere, assegnata per modo che ciascuna pala, al tuffarsi nell'acqua ed all'emergerne, avesse la giacitura più favorevole al movimento del battello, e quindi desse minor luogo a quella oscillazione che dipende principalmente dall'alternato deprimersi e sollevarsi dell'acqua dovuto all'azione obliqua delle pale.

LVIII.

Pale a gradini di Field. — Nell'anno 1833, il signor Field, della ditta Maudslay e Field, costruì una ruota a pale fisse, di cui ciascuna tavola era divisa in parecchi stretti gradini disposti l'uno alquanto indietro dell'altro, come si vede nella figura 15. Egli propose che queste separate tavole venissero disposte in curve cicloidali così fatte, che tutte entrassero nell'acqua allo stesso posto in successione im-

mediata, evitando così l' urto prodotto al tuffarsi delle tavole comuni. Queste pale a gradini hanno un' efficacia pari a quella delle pale ordinarie sul moto della nave quando si trovano nel punto infimo,

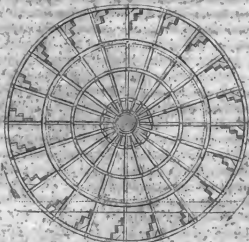



Fig. 15.

e quando emergono l' acqua sfugge simultaneamente da ciascuno dei loro gradini e non è gettata in alto, come nel caso delle pale comuni.

Il numero delle assicelle o parti separate di cui si compone ciascuna pala, è assai vario. Quando furono introdotte dapprima, ogni tavola contava sei o sette gradini; ma poi furono diminuiti, e nelle ruote di questa foggia costruite per navi del Governo, le pale contengono due soli gradini, cercandosi di renderle simili il più che si possa alle pale comuni, senza abbandonare del tutto il principio delle pale a gradini.

LIX.

Le ruote a pale generalmente usate nei battelli a vapore americani, sono formate come se risultassero dalla combinazione di due o più ruote a pale comuni, posta l' una esternamente all' altra, sul medesimo asse, ma in modo che le pale di ciascuna abbiano una positura intermedia fra quelle della successiva, come è indicato dalla figura 16.

I raggi sono di legno e mettono capo a mozzi di ghisa. Questi mozzi sono fissati sull'albero delle pale. Le estremità esteriori dei raggi si attaccano a cerchi od anelli di ferro che circondano la ruota, e le pale, che sono fatte di legno duro, sono assicurate ai raggi. Le ruote di tal costruzione si compongono talora di tre, e non di rado di quattro giri indipendenti di pale, posti l'uno allato dell'altro, avvertendo che non si corrispondano mai le pale di un giro a quelle d'un altro.

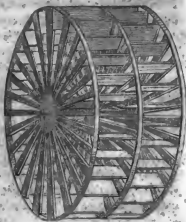



Fig. 16.

In America l'uso di fare assai grandi le ruote a pale, e la circostanza che si naviga, per la massima parte, in acque tranquille, fanno sì che non è necessario di combattere gli effetti dell'azione obliqua delle pale con quegli spedienti che furono, ma con così poco successo finora, sperimentati in Europa.

LX.

Gli inconvenienti pratici delle pale snodate sorpassano in generale i vantaggi che ne derivano. Secondo il signor Bourne, la cui opinione è sommamente autorevole e per l'abilità e per l'esperienza di lui, tutti gli spedienti di questa maniera sono assai dispendiosi, così nella costruzione come nella manutenzione. L'attrito ed il logoramento è grandissimo in tanta moltitudine di giunture, e se qualcuno dei raggi avesse a sconnettersi od a spezzarsi, girerebbe come un flagello, e potrebbe anche forare il tamburo o la nave. Se avvenisse un guasto di tal natura che le ruote non potessero più girare (e questo accadde qualche volta) la macchina intanto sarebbe fuori di servizio finchè non venisse tolto l'impedimento; e quando il tempo fosse assai procelloso, o la nave in una situazione critica, potrebbe anche andare perduta in conseguenza di questo guasto temporaneo. Apparisce dunque per tutti i riguardi essere molto dubbio se le ruote a pale snodate convengano a navi che devono compiere lunghi viaggi traverso a mari tempestosi. Il rischio non è tanto grande nei passaggi dei canali e in situazioni dove le navi si possano esaminare sottilmente a brevi intervalli; ma in

questo caso si può avere quasi lo stesso vantaggio coll'aumentare la lunghezza delle pale, e col dare minore immersione alle ruote. Non vi è differenza sostanziale tra l'effetto d'una ruota a pale snodate e quello di una a raggi, se le due ruote sono di egual diametro e pescano poco con lunghe e strette pale. E siccome nei legni marini le ruote devono essere necessariamente di diametro considerabile, e si possono comodamente procurare anche le altre circostanze che le rendono efficaci, così ne consegue che nei legni marini le ruote a raggi sarebbero quasi tanto efficaci quanto quelle a pale snodate se non fosse il riguardo della immersione variabile. Ma l'immersione non va soggetta a rilevanti cambiamenti quando si adoperino battelli grandi, o quando il carico del carbone si faccia in più riprese durante il viaggio: e siccome nè l'una nè l'altra di queste due cautele è accompagnata da tanti pericoli quanti ne portano seco le ruote a pale snodate, così par giusto di dare alle ruote comuni quella preferenza che da ultimo verisimilmente otterranno.

LXI.

Nelle macchine a cilindri oscillanti la grossezza dell'asta dello stantuffo è ordinariamente la nona parte di quello del cilindro, e la grossezza della manovella è circa un settimo dello stesso. Il diametro dell'albero delle pale deve essere in rapporto non solamente a quello del cilindro, ma anche alla lunghezza della corsa dello stantuffo, o, ciò che torna lo stesso, alla lunghezza della manovella. Moltiplicando il quadrato del diametro del cilindro, espresso in pollici, per la lunghezza della manovella, similmente espressa, ed estraendo poi dal prodotto la radice cubica, il prodotto di questa radice per 242 esprimerà in pollici il diametro conveniente per l'albero, dov'è più sottile. Il diametro dei cardini dipende dal diametro dei tubi d'ingresso e d'uscita del vapore, e questo di solito è un quinto di quello del cilindro; ma è meglio fare il cardine d'ingresso un po' più stretto e l'altro un po' più largo di quel che sarebbero secondo questa proporzione. I tubi d'entrata e d'uscita del vapore, dove imboccano nei cardini, sono mantenuti a tenuta di vapore da una guarnitura di stoppa, compressa da un opportuno anello serrato con viti. Nelle macchine terrestri tanto alla tromba ad aria che al condensatore si dà la capacità di un ottavo di quella del cilindro, ma nelle macchine marine si fanno un poco più grandi.

LXII.

I motori sommersi, qualunque ne sia la forma, vanno esenti da molti degli svantaggi comuni a qualsivoglia specie di ruote a pale. È evidente che l'effetto di un simile motore rimane quasi il medesimo qualunque sia la posizione che gli si possa dare nell'acqua. Per quanto la nave barcolli da un fianco all'altro o da prora a poppa, per quanto sia agitato il mare, un simil motore produrrà sempre la medesima corrente all'indietro senza alcuna variazione di effetto.

Oltre a ciò quelle circostanze che impediscono di associare la forza del vapore a quella delle vele nei battelli a vapore mossi dalle ruote a pale ordinarie, non si verificano nel caso dei motori sommersi, in quanto che la loro azione lascia libera affatto la carena della nave.

LXIII.

Ma quantunque vadano esenti da questo difetto, i motori sommersi hanno poi generalmente altri inconvenienti a cui non sono esposte nemmeno le ruote a pale comuni. Essendo continuamente sommersi e sottoposti a varii accidenti, ad essere spezzati, o guasti per varie cause, sono inaccessibili e non ponno ripararsi in mare. Ma, oltre a ciò, se si ha di mira di valersi pienamente della forza delle vele, in quei tempi in cui convenga di sospendere l'azione della macchina, i motori sommersi diventano un ostacolo, più o meno considerevole, al moto progressivo della nave. Si inventarono, e in qualche caso si applicarono anche in pratica, diversi congegni per estrarre dall'acqua il motore quando non sia in operazione, ma finora non si sono trovati convenienti in effetto, almeno nei bastimenti commerciali, sebbene vengano adottati talvolta in quelli da guerra.

LXIV.

Il motore ad elice somiglia nella forma e nel principio meccanico alla macchina idraulica nota col nome di vite d'Archimede. Un cilindro situato in fondo alla nave e nella direzione della chiglia è circondato da una lamina spirale simile precisamente alla spira di una vite comune, salvo che ne sporge invece di essere intagliata nella sua superficie. Se una vite così fatta si facesse girare entro un

corpo solido, ella progredirebbe ad ogni giro di un tratto eguale alla distanza fra due spire contigue; ma l'acqua, non essendo solida, cede più o meno alla reazione della vite, e in conseguenza questa progredisce ad ogni giro di un tratto minore della distanza fra due spire successive.

LXV.

La distanza fra due spire prossime si chiama tecnicamente *passo* della vite: questo termine peraltro è adoperato anche talvolta ad indicare l'angolo fatto dalla spirale della vite col suo asse, col mezzo del qual angolo si può calcolare la distanza di due spire vicine. Ma noi useremo la parola *passo* nel primo significato. La differenza fra il passo della vite e lo spazio di cui effettivamente progredisce l'elice nell'acqua ad ogni giro, si può chiamare *scorrimento*.

Nei primi bastimenti a cui furono applicati i motori ad elice, l'elice era formata di una sola lamina spirale che faceva un solo giro intorno al cilindro. Questa disposizione fu in seguito modificata, e si usarono due giri e mezzo di un'elice a doppia spira invece di un giro intiero di un'elice a spira semplice. Fu talvolta cambiata anche questa disposizione, e in qualche caso si usò una piccola frazione di giro.

Si trovò in pratica che la quantità dello scorrimento varia in generale da un decimo ad un ventesimo del passo: vale a dire che la velocità reale dell'elice nell'acqua è minore da un decimo ad un ventesimo di quello che sarebbe se fosse mossa entro un corpo solido, come una vite ordinaria nella sua madrevite.

LXVI.

Il motore ad elice è solitamente fissato ad un asse parallelo alla chiglia del battello e montato sul così detto legno morto in uno spazio tra la poppa ed il timone. Ordinariamente è sospesa ad un corto albero, sostenuto da un'intelajatura metallica munita a ciascun lato di un'asta dentata: una vite perpetua imbocca in questi denti, facendola giraro si può estrarre dall'acqua l'intelajatura che sostieno il motore. Con questo mezzo si può acconciare l'elice o introdurne una nuova, senza mandare il vascello al cantiere.

Affinchè l'acqua possa reagire a quel modo che la madrevite reagisce sopra una vite ordinaria, bisogna cho la spira sia molto più profonda che se l'elice avesse a muoversi in un metallo o in un

legno; e la superficie premente deve essere in proporzione più grande. Perciò i motori ad elice si fanno sempre con un nucleo centrale assai più piccolo e colla spira assai più larga di quelli d'una vite ordinaria. Anche il loro diametro si fa il più grande che sia possibile, tanto che dalla chiglia arriva quasi a fior d'acqua. Così il diametro dell'elice è grande poco meno della profondità a cui pesca il bastimento.

LXVII.

Per offrire qualche idea della forma dei motori ad elice, abbiamo rappresentato nelle seguenti figure le foggie di alcuni motori più generalmente adottate. La figura 17 offre una prospettiva del motore ad elice di Smith con due spire, quale venne ultimamente adottato nel battello a vapore di Sua Maestà Britannica il *Rattler*. Questa è la forma di elice più generalmente adottata nella marina Inglese. La figura 18 ne mostra una veduta di fronte ossia un alzato di facciata all'estremità dell'albero. L'elice a tre spire di Smith non differisce da questa che per avere tre bracci invece di due.

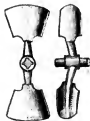



Fig. 17. Fig. 18. Fig. 19. Fig. 20.

Le figure 19 e 20 presentano quella una veduta di fronte, e questa una veduta laterale del motore di Strimman.

La figura 21 mostra il motore di Sunderland, quale fu messo in pratica nel *Rattler*, e che è composto di due tavole piane, montate sopra bracci fissati ad un albero che gira sott'acqua a poppa. Nel *Rattler* questo motore fu collocato alla poppa nel legno morto, invece di sporgere infuori dietro il timone, come nella disposizione di Sunderland.

Nella figura 22 è rappresentato il motore di Woodcroft, pure applicato al *Rattler*. Esso ha quattro bracci o lame, e il passo dell'elice al suo margine interno è minore del passo al margine esterno.

La figura 23 rappresenta, come è collocato nella poppa della nave, il motore ad elice di Hodson dal quale si dice che siansi ottenuti eccellenti risultati. Questa forma d'elice fu usata moltissimo in Fran-

Fig. 21.

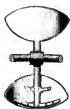
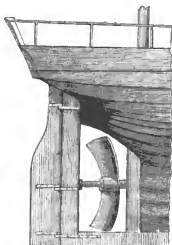



Fig. 22. Fig. 23.

cia, Olanda e in altre regioni del continente: in qualche caso in cui l'elice comune fu surrogata da una di queste foggie, si conseguì nella velocità un aumento di quasi un nodo all'ora. Convien credere tuttavia che in tali casi fossero insufficienti le dimensioni dell'elice primitiva, e quindi rilevante la perdita dovuta allo scorrimento: quanto più si diminuirà lo scorrimento tanto minore sarà il vantaggio che si ha deviando dalla foggia d'elice di Smith a passo uniforme.

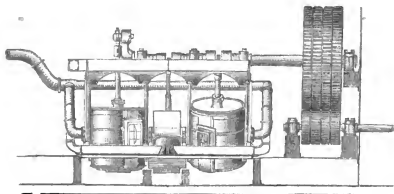



Fig. 26.

Capitolo Quarto.

LXVIII. Effetto della reazione dell' elice sulla nave. — LXIX. Sue migliori proporzioni pratiche. — LXX. Passo variabile. — LXXI. Vantaggi relativi dell' elice e delle ruote a pale — LXXII. Loro effetti nei lunghi viaggi di mare. — LXXIII. Esperimenti fatti col *Rattler* e coll' *Aletto*. — LXXIV. Continuazione di questi sperimenti. — LXXV. Sperimenti dell' Ammiragliato Inglese. — LXXVI. Rapporto del Governo. — LXXVII. Applicazione dell' elice alla marina commerciale. — LXXVIII. Applicazione dell' elice alle navi della Posta. — LXXIX. Azione cogli ingranaggi e diretta. — LXXX. Macchina ad ingranaggi. — LXXXI. Ingranaggi interni di Fairbairn. — LXXXII. Ripartizione della forza su diversi cilindri. — LXXXIII. Come siano difesi dai projettili. — LXXXIV. Moto delle cassette — LXXXV. Velocità relative dell' elice e della nave. — LXXXVI. Macchina del *Great Britain*. — LXXXVII. Macchine dell' *Arrogant* e dell' *Encounter*. — LXXXVIII. Varie forme di macchine ad elice. — LXXXIX. Sezione trasversale del pacchebotto a vapore ad elice di Sua Maestà Britannica, il *Plumper*. — XC Potenza ausiliaria del vapore. — XCI. Effetti dei bastimenti ad elice contro i venti di fronte. — XCII. Forza in cavalli nominale ed effettiva. — XCIII. Tavole officiali della forza della marina a vapore inglese.

LXVIII.

L' elice, qualunque ne sia la forma o la struttura, nello spingere l' acqua verso poppa, sopporta una reazione corrispondente, che opera sul suo albero, e produce una pressione equivalente sul sostegno a cui questo si appoggia coll'estremità anteriore. La forza di questa spinta sull'albero dell' elice, combinata colla sua velocità di rotazione,

produceva, nei primi bastimenti ad elice, inconvenienti considerevoli a causa dell'attrito che ne conseguiva, e in qualche caso avvenne che, essendosi resa incandescente l'estremità dell'albero, fu come improntata contro la lastra d'acciajo su cui premeva, sebbene scorresse di continuo un getto d'acqua fredda sulle superficie in contatto. Si proposero in seguito diversi mezzi affine di togliere questi inconvenienti. Uno di essi fu di introdurre l'estremità dell'albero in uno stretto cilindro pieno di olio, alla maniera d'uno stantuffo, cosicchè invece di strofinare contro un solido, strofinasse contro un liquido. Un altro fu di collocare sull'albero un ampio collare che dovesse premere contro un certo numero di palle o piccoli cilindri. Nessuno di questi progetti peraltro ebbe tanto successo da divenire di uso generale, ed ora si adotta universalmente l'uno o l'altro dei seguenti espedienti. La spinta dell'albero dell'elice è ricevuta o sopra un certo numero di collari, o sopra una serie di dischi posti all'estremità dell'albero e che si appoggiano ad un recipiente di olio, il quale, di solito, è fatto di getto nel basamento o in qualche altra parte ben solida della macchina, e la sua estremità è forte a sufficienza per sostenere la spinta dell'elice. Fra l'estremo del serbatojo e quello dell'albero sono peraltro interposti due, tre o più dischi di metallo, generalmente dello spessore di due pollici, e di diametro eguale a quello dell'albero. Una caviglia passa traverso ai loro centri per mantenerli in linea retta, ma ciascuno di essi può liberamente girare sulla caviglia, e dove l'albero esce dal serbatojo vi è un collare di pelle per impedire che l'olio sfugga. Con questa disposizione è chiaro che se l'albero in quell'estremità che strofina contro il disco comincia a scaldarsi per un soverchio attrito, girerà con un po'più di difficoltà, e in conseguenza obbligherà il primo disco a girare con lui. Ma allora le superficie di sfregamento non sono più quella dell'estremità dell'albero e quella del primo disco, bensì quella del primo e quella del secondo. Infatti le superficie di sfregamento invece di limitarsi ad un disco solo, sono distribuite sopra parecchi. Quelle superficie che cominciano a riscaldarsi e in conseguenza ad aderire, cessano di sfregarsi, per il che in breve tornano a raffreddarsi e in conseguenza è ripristinata la loro efficacia. (Vedi l'articolo di M. Bourne sul *Motore ad Elice*, nell' Appendice al *Dizionario di scienze ed arti* di Brande).

LXIX.

Secondo il citato M. Bourne le migliori proporzioni e forme in pratica per i motori ad elice dei bastimenti commerciali sono le se-

guenti. Migliori di tutte sono quelle a tre falde: e il loro diametro deve essere più grande che sia possibile. Si ottiene un'azione assai efficace quando l'area del cerchio descritto dalle braccia dell'elice contiene un piede quadrato per ogni due piedi quadrati e mezzo di area della sezion centrale della nave sott'acqua. Il passo dell'elice deve essere eguale al suo diametro od anche superarlo di un poco e la sua lunghezza misurata parallelamente all'albero deve essere circa un sesto di un giro d'una spira. Così, per esempio, nel caso di un elice del diametro di 12 piedi, il passo avrebbe ad essere da 12 a 14 piedi e la lunghezza di quasi 2 piedi.

LXX.

L'elici si fanno di solito a passo uniforme, e le loro spire sono poste perpendicolarmente all'albero; tuttavia si trova utile di aumentare il passo gradatamente verso l'estremo anteriore dell'elice. Così nella parte di mezzo dell'elice il passo dovrebbe essere quasi minore del 10 per cento di quello alla circonferenza, perchè il centro non deve che rivolgersi nell'acqua senza produrre reazione, nè forza motrice. La parte efficace essendo quella prossima alla circonferenza, si raccomanda pure che le falde invece di essere precisamente ad angolo retto coll'albero, gli sieno un po' inclinate verso la poppa, in guisa da imprimere all'acqua che respingono indietro, la tendenza a convergere in un punto. Si stima che questa tendenza a convergere possa compensare quella a divergere dovuta alla forza centrifuga generata dalla rotazione, cosicchè le due forze facendosi equilibrio, l'acqua abbia ad essere cacciata all'indietro dall'elice in colonna cilindrica. Nel caso delle elici ordinarie colle spire perpendicolari all'albero, l'acqua respinta all'indietro prende la forma d'un tronco di cono, e perciò va perduta una certa porzione della potenza.

LXXI.

I vantaggi dei motori ad elice e a pale dipendono principalmente dall'immersione. Dagli sperimenti eseguiti in grande coi battelli a vapore della Marina Reale Inglese risultò che nelle profonde immersioni l'elice ha sulle ruote a pale il vantaggio dell'uno e mezzo per cento; ma che ad immersione media la ruota a pale ha sull'elice il vantaggio dell'uno e tre quarti per cento, e il vantaggio arriva anche ai quattro e tre quarti per cento nelle piccole immersioni. Ne deriva dunque che il motore ad elice presenta un certo vantaggio

sulla ruota a pale quando la nave pesca profondamente nell' acqua, e che all' opposto le pale sono più vantaggiose dell' elice quando l' immersione è poca.

LXXII.

Nei lunghi viaggi di mare, quando l' immersione soggiace a variare notevolmente per l' alleggerirsi della nave mano mano che si consuma il combustibile, l' elice sarebbe più vantaggiosa delle pale sul principio del viaggio, e le pale più vantaggiose dell' elice verso la sua fine. In tempo cattivo, quando per le oscillazioni della nave le ruote a pale vanno soggette ora ad essere di troppo immerse nell' acqua, ora ad esserne portate fuori, l' elice ha su di esse un manifesto vantaggio.

LXXIII.

M. Bourne nella sua opera sui motori ad elice diede i particolari di una serie di importanti sperimenti fatti coi battelli a vapore di Sua Maestà Britannica il *Rattler* e l'*Aletto* affine di determinare i comparativi vantaggi dell' elice e delle ruote a pale contro un vento di fronte. Sembra che i risultati di tali sperimenti provassero che in queste circostanze l' elice è meno efficace delle pale; perchè, sebbene i due battelli acquistassero la medesima velocità di quattro nodi contro un forte vento di testa, pure nell' *Aletto* si conseguì questo effetto facendo fare alla macchina 12 corse di stantuffo al minuto, mentre nel *Rattler* bisognò che la macchina facesse 22 colpi di stantuffo al minuto. Ne consegue che un bastimento ad elice per avanzarsi di fronte contro il vento richiede nove quinti ossia quasi il doppio del combustibile che occorre in un bastimento a ruote per eseguire la medesima quantità di lavoro. L' elice, infatti, ruota quasi colla stessa velocità tanto col vento favorevole che col vento contrario, e anche quando la nave si trovi ancorata: e questo è un difetto grave nel caso di bastimenti destinati ad affrontare venti contrari. Nel caso però, di quei bastimenti che si valgono dell'elice unicamente per risorsa in tempo di calma e per sussidio alle vele, non si prova questo svantaggio perchè essi non pretendono all'attitudine di progredire in opposizione diretta ad un forte vento di fronte.

LXXIV.

Fra gli esperimenti eseguiti coll' *Aletto* e col *Rattler* alcuni dei più interessanti ed importanti erano diretti a paragonare tra loro le

forze di rimorchio dell'elice e delle ruote a pale. A questo scopo si congiunsero poppa a poppa i due bastimenti, e si fecero lavorare le macchine di entrambi sicchè tiravano in direzioni opposte la catena che li còllegava. In questi e in tutti gli altri casi in cui si congiunsero in questa maniera due bastimenti l'uno ad elice e l'altro a ruota, eguali di forza e di grandezza, quello ad elice prevalse, e trasse l'altro a rimorchio appena che si posero in azione le macchine.

Quando il *Rattler* e l'*Aletto* furono legati insieme a questo modo, si fecero agire per le prime le macchine dell'*Aletto*, e le si lasciò rimorchiare il *Rattler* colla velocità di due modi all'ora. Si posero in azione le macchine del *Rattler*; in cinque minuti i due bastimenti erano divenuti perfettamente stazionarii: poscia il *Rattler* cominciò a muoversi in testa, e rimorchiò l'*Aletto* malgrado la piena forza delle sue macchine colla velocità di 2 nodi e $\frac{8}{10}$ all'ora. In simil guisa il *Niger* rimorchiò all'indietro il *Basilisk*, in opposizione alla forza delle sue macchine colla rapidità di un nodo ed un decimo all'ora. La conseguenza naturale di questi sperimenti sarebbe che l'elice fosse più atta a rimorchiare che le ruote a pale: pure tale conseguenza non è convalidata dall'esperienza, perchè quando si fecero rimorchiare alternativamente a vicenda il *Niger* ed il *Basilisk*, nella solita maniera in cui un battello a vapore trae a rimorchio una nave, si trovò che il *Niger* rimorchiò il *Basilisk* colla velocità di nodi 5,63 e colla forza di cavalli 593,9, e che il *Basilisk* rimorchiò il *Niger* colla velocità di 6 nodi e colla forza di cavalli 572,3. Quindi il bastimento a pale rimorchia con rapidità maggiore sebbene con minor forza. Si trovò pure che quando un bastimento a pale ed uno ad elice si spingono l'un l'altro invece di tirarsi a vicenda, prevale quello a pale, mentre quando si traggono la vince quello ad elice. Pare che queste circostanze mostrino che la potenza di un bastimento ad elice di trarre a rimorchio uno a pale, quando sieno collegati assieme, non dipenda già da una superiore efficacia di trazione dell'elice, ma dall'azione centrifuga di questa che solleva da poppa il livello dell'acqua, cosicchè il bastimento viene a trovarsi sopra un piano inclinato.

LXXV.

I primi sperimenti tentati dall'Ammiragliato inglese coi motori ad elice furono eseguiti nel 1840-41; e nei tre anni consecutivi 1842-44, si costruirono otto bastimenti ad elice. Nel 1845 il loro numero fu portato a ventisei. Nel 1848 non vi erano in acqua meno di quaranta-

cinque battelli a vapore ad elice governativi; e da quell'epoca e più specialmente dal principio della guerra contro la Russia, la marina a vapore ad elice fu accresciuta ad un punto da giustificare l'opinione che d'ora innanzi nessun bastimento da guerra, di qualunque classe, nella Marina Inglese, andrà sprovvisto, in maggiore o minore proporzione, della forza motrice del vapore.

LXXVI.

In una relazione ufficiale del Governo britannico intorno ai risultati dei vari sperimenti sull'azione dei bastimenti ad elice, che data fino dal maggio del 1850, prima che questo motore avesse raggiunto l'attuale suo grado di perfezionamento, si dichiara sommamente probabile che piccoli bastimenti velieri, armati della forza sussidiaria dell'elice potranno se non gareggiare, accostarsi almeno alle navi a vapore che agiscono a piena forza e ad espansione, riguardo alla loro attitudine a compiere con sicurezza lunghi viaggi ed in tempo ragionevolmente breve.

«V'è un'altra applicazione dell'elice, dice lo stesso rapporto, la quale sebbene non abbia quell'importanza generale, che può avere la sua applicazione come motore nelle navi ordinarie merita nondimeno attenzione maggiore di quella che le si presta. Quest'altra applicazione è di valersene per manovrare quei grandi vascelli in cui non si ponno collocare macchine di forza considerabile, o in cui non si giudica conveniente di collocarle. Non si può dubitare dell'efficacia di tale strumento mosso da una macchina della forza anche solo di cinquanta cavalli. Del resto, fin dove possa giungere la sua utilità, non si può forse completamente apprezzare finchè non sia stata adoperata estesamente nella marina di Sua Maestà ».

Dopo l'epoca di questo rapporto si ottenne l'esperienza di cui si indicava il bisogno, venne adottato l'uso esteso dell'elice e i risultati confermarono interamente tutte quelle previsioni.

LXXVII.

Ma si trovò che l'elice soddisfaceva in pratica ai bisogni della navigazione non solo nella marina erariale, ma anche in quella del commercio nazionale, non solo come un motore sussidiario, ma come organo motore indipendente ed efficacissimo. Nel 1849, prima che avesse raggiunto il suo stato attuale di perfezionamento, fu adoperata estesemente sotto la direzione della Compagnia Ge-

nerale dei bastimenti ad elice. Sette bastimenti di proprietà di questa compagnia furono in attività nei dodici mesi che terminarono col 31 dicembre 1849, e in questo tempo compirono 170 viaggi, ciò che corrisponde in media a circa 24 viaggi e mezzo per bastimento. La totale distanza percorsa fu di 110849 miglia geografiche, ciò che dà la media di 15835 miglia per bastimento, e di circa 648 miglia per viaggio. La velocità media fu da 8 miglia geografiche ad 8 1/2 per ora, e in tutto quell'anno avvenne un solo sinistro, sul Tamigi.

La velocità dei migliori e dei più receuti di questi battelli in acqua tranquilla percorrendo la maggior larghezza del Tamigi stimata di un miglio, fu trovata di 9 nodi e 68 centesimi all'ora.

LXXVIII.

Alcuni pratici autorevoli hanno suggerito che il numero tanto accresciuto e rapidamente crescente delle navi ad elice che vanno dai porti inglesi a quelli d'America rende opportuno di riformare i contratti della Posta, nella vista della pubblica economia; e senza sacrificio reale nell'effetto. Innanzi tutto non v'è differenza notevole fra il tempo del viaggio d'un pacchebotto postale e quello d'un battello ad elice; ma, posto pure che vi sia differenza, non è certamente grande come quella che passa fra la rapidità d'un treno *express* e quella d'un treno *mercantile* sulle ferrovie. Se dunque i contratti postali sulle strade di ferro sono sodisfatti a sufficienza da treni di velocità secondaria, perchè non lo saranno similmente i contratti analoghi sulle linee di acqua, dove la differenza di costo sarebbe enorme, e la differenza di velocità insignificante in paragone?

È ovvio che queste osservazioni si ponno applicare alle linee dei battelli a vapore che vanno agli Stati Uniti e Canadesi ed anche alle Indie Occidentali, in una parola a tutte le linee oceaniche.

LXXIX.

Ma quando si adoperino i motori ad elice, si deve imprimere all'albero dell'elice una velocità assai maggiore di rivoluzione essendo necessario che faccia un numero di giri al minuto assai maggiore del massimo numero di corse di stantuffo fatte in un minuto da una macchina a vapore di struttura ordinaria. Fu dunque necessario nell'adottare i motori ad elice, o di procacciare dei mezzi per cui la velocità di rotazione dell'albero dell'elice avesse a superare nella

voluta proporzione quella dell'albero della manovella, o di modificare la forma e le proporzioni dei cilindri del vapore e dei loro accessorii in modo che il numero delle corse di stantuffo fatte in un minuto venisse aumentato tanto da uguagliare il numero necessario di giri che doveva fare in ogni minuto l'albero dell'elice.

Entrambi questi espedienti furono adottati dai differenti costruttori. Le macchine costruite nel primo disegno si chiamano *macchine ad ingranaggio* e quelle costruite nel secondo *macchine ad azione diretta.*

LXXX.

Nelle macchine ad ingranaggi le manovelle sono situate sopra un albero; l'elice è fissata ad un altro, e le direzioni dei due alberi sono parallele. Sull'albero della manovella è fissata una ruota dentata che ingrana in un'altra più piccola, detta pignone, fissata all'albero dell'elice. Così nella figura 24 A esprime il pignone fissato all'albero dell'elice, e B la ruota dentata fissata a quello della manovella, e i denti di una imboccano in quelli dell'altra in C.

Fig. 24.

È evidente che la velocità di rotazione di A sarà maggiore di quella di C in quella proporzione in cui il numero dei denti di C supera quella dei denti di A. Data pertanto la velocità dell'albero della manovella, si può sempre comunicare all'albero dell'elice una velocità maggiore in quella proporzione che si vuole poichè basta dare la medesima proporzione ai numeri dei denti delle due ruote d'ingranaggio.

LXXXI.

Uno degli inconvenienti dell'uso degli ingranaggi nei battelli marini è che i denti vanno soggetti a logorarsi in breve, ed a spezzarsi negli urti repentini che ricevono in tempo cattivo. Affine di diminuirne il pericolo col distribuire lo sforzo sopra un maggior numero di denti il signor Fairbairn nei grandi bastimenti ad elice da lui fabbricati per la Marina Reale, ha adottato un sistema di ingranaggi interni, in cui la ruota dell'albero della manovella è dentata alla sua circonferenza interna e l'albero dell'elice si rivolge internamente ad essa, come mostra la figura 25.

Nei bastimenti da guerra ad elice tutto il meccanismo deve essere situato sotto al livello dell'acqua perchè insieme coll'elice si trovi al sicuro dai projettili

LXXXII.

Quando ai bastimenti ad elice si adattano le macchine ad azione diretta, senza ingranaggi, il movimento alternativo dello stantuffo deve avere la stessa velocità dell' elice, cioè il numero delle corse che il primo fa in un minuto deve eguagliare quello dei giri che l'altra compie nello stesso tempo. Ora perchè questo possa conciliarsi con un movimento rettilineo abbastanza moderato dello stantuffo, la lunghezza della corsa deve essere assai piccola in proporzione al diametro del cilindro. Perciò si è reso necessario, in molti casi, di ripartire in queste navi la forza della macchina fra quattro piccoli cilindri, gli stantuffi dei quali sono tutti attaccati immediatamente a delle manovelle sull'albero dell' elice. Facendo agire la medesima forza per mezzo di due cilindri sarebbe bisognato adottare una proporzione incompatibile fra il diametro e la corsa.

Fig. 25.

Un altro vantaggio derivato da questa suddivisione della forza, è che questi piccoli cilindri, allineati sovente in posizione orizzontale da una parte e dall'altra dell' albero dell'elice, permettono che tutte le parti moventisi di moto alternativo compiscano i loro moti entro brevi limiti di altezza, donde poi tutto rimane sotto il livello dell' acqua.

LXXXIII.

Un altro mezzo di difendere la macchina dai projettili è di porle ai due fianchi, cioè fra essa e l' armatura di legname della nave, le camere del carbone, cosicchè un projettile non può arrivare alla macchina se prima non attraversa interamente il combustibile.

LXXXIV.

La bontà d' una macchina marina, come quella di una terrestre, dipende dall'esatto governo delle cassette che servono all' introduzione

del vapore nel cilindro ed alla sua emissione da questo. In ogni caso si deve introdurre il vapore a ciascun capo del cilindro un poco prima che vi arrivi lo stantuffo, e nel medesimo istante deve essere chiuso il passaggio del medesimo al condensatore. In questo modo lo stantuffo, arrivando a ciascun termine della corsa, vi trova il vapore appena introdotto mescolato con una piccola porzione di vapore non condensato e di aria che non hanno potuto fuggire nel condensatore. Questi formano quasi un cuscino d'aria, contro cui si ammorza l'impeto dello stantuffo. Quando il vapore lavora ad espansione, le cassette devono potersi governare in modo da intercettarlo ad una qualsivoglia frazione della corsa, e quando non lavora così, dev'essere in ogni caso intercettato prima che sia compiuta la corsa affinchè lasci di spingere lo stantuffo un po' prima che termini la corsa.

È facile intendere che, per soddisfare a tutto ciò, le cassette devono essere aggiustate colla maggior cura possibile, e le aperture per l'entrata e l'uscita del vapore devono essere regolate nel modo più esatto e per la grandezza e per la posizione.

LXXXV.

Paragonando il passo dell'elice ordinaria colla velocità con cui una nave progredisce nell'acqua, è evidente, che a produrre la velocità necessaria, si deve imprimere all'elice un movimento rotatorio assai più rapido di quello che convenga colla velocità ordinaria a cui lavorano le macchine a vapore. Si è già mostrato che questa grande velocità di rotazione si può ottenere o colla interposizione di un ingranaggio, o col rendere la forma e la struttura della macchina simili a quelle di una locomotiva.

LXXXVI.

Un esempio di macchina marina da cui viene impressa all'albero dell'elice la necessaria velocità per mezzo d'un ingranaggio intermedio, è presentato dalla macchina ad elice costruita dai sig. Penn e figlio per il battello a vapore il *Great Britain*. Le macchine rappresentate dalla figura 26 sono a cilindri oscillanti, e quasi identiche a quelle a ruote a pale fabbricate dalla stessa ditta per la *Sphinx*.

Il *Great Britain* è un bastimento da 3500 tonnellate, del carico disponibile di 2970 e che pesca 16 piedi. Il diametro del cilindro è 82 pollici e 1/2; la lunghezza della corsa 6 piedi: la forza nominale

500 cavalli; il diametro dell' elice 15 piedi e 1/2; il suo passo 19 piedi, e la sua lunghezza 3 piedi e 2 pollici. L'elice ha tre spire e il suo albero è collegato con quello della manovella da una coppia di ruote dentate, che ne accrescono la velocità nel rapporto di 3 ad 1, cosicchè ad ogni corsa dello stantuffo, l'albero dell'elice fa tre giri. La caldaja presenta l'ampia proporzione di 17 piedi quadrati e mezzo di superficie riscaldante per ogni cavallo di forza nominale.

L'albero della manovella, quando è posto in movimento dalla macchina, obbliga a girare la gran ruota dentata, od una combinazione di ruote dentate che sono fissate su di esso; e questa ruota imboccando in altre più piccole, dette pignoni, sull'albero dell'elice, comunica a questo la tripla velocità di rotazione ora accennata.

LXXXVII.

Come esempio di macchine ad elice che lavorano senza ingranaggi, offriamo nella figura 27 quelle costruite dai signori Penn e figlio pei battelli ad elice di Sua Maestà Britannica, l'*Arrogant* e l'*Encounter*. In queste i cilindri sono orizzontali, e sono traversati al centro da un tubo o da una canna sul quale è fuso lo stantuffo. Questa canna sporge ad ambe le estremità dal cilindro e gli orifici, traverso a cui passa, sono a tenuta di vapore per mezzo di una conveniente guarnitura. Un estremo del regolo di unione è attaccato al centro della canna, e l'altro è collegato colla manovella la quale è stabilita direttamente sull'albero dell' elice. La tromba ad aria e

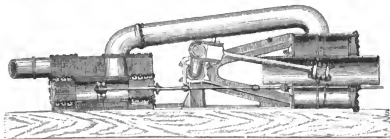



Fig. 27.

orizzontale, a doppio effetto, e sta nell'interno del condensatore. Un ampio tubo, chiamato tubo di emissione, mette dal cilindro al condensatore, dove si produce la condensazione mediante un getto di acqua fredda, e l'acqua calda che risulta da questa operazione è estratta dalla tromba ad aria traverso al tubo di forza e scaricata in mare. Nella figura 27 sono rappresentati un solo cilindro ed una

sola tromba ad aria, ma ve ne sono due, affatto simili tra loro, e situati l'uno a fianco dell'altro. Le valvole per cui l'acqua passa dal condensatore alla tromba ad aria e quelle per cui passa dalla tromba ad aria al pozzo caldo e al tubo di sfogo, consistono in parecchi dischi di gomma elastica tenuti a posto da una caviglia centrale, in modo da coprire delle fessure od orifizii praticati a seconda dei raggi in una lamina perforata. Si trova che queste valvole operano senza rumore e senza urto, nonostante la grande velocità a cui deve agire la macchina per far muovere colla necessaria rapidità l'albero dell'elice senza intermezzo di ingranaggi. Il diametro del cilindro dell'*Arrogant* e dell'*Encounter* è di 60 pollici e quello della canna di 24 pollici; sottraendo questo dal primo resta un'area di stantuffo equivalente a quella di uno che avesse il diametro di 55 pollici. Nell'*Arrogant* la corsa è lunga 3 piedi e nell'*Encounter* è lunga 2 piedi e 3 pollici. La forza nominale di entrambe le macchine è di 360 cavalli; e il diametro dell'elice dell'*Arrogant* è di 15 piedi e 6 pollici, e l'analogo dell'*Encounter* di 12 piedi. Il passo di entrambe è di 15 piedi e la lunghezza 2 piedi e 6 pollici. L'*Arrogant* è un bastimento del carico di 1872 tonnellate e l'*Encounter* di 953. L'intero meccanismo, comprese le caldaje, è posto sotto il livello dell'acqua, in modo di essere al sicuro dai projettili.

LXXXVIII.

Variano all'infinito le forme di macchine ad elice, sia che funzionino coll'intermezzo degli ingranaggi o direttamente. All'opera di M.r Bourne sui motori ad elice, alla quale dobbiamo rimandare coloro che vogliono maggiori particolari su questa materia, sono premessi in due grandi tavole i disegni di 15 differenti forme di macchine ad ingranaggi e di un egual numero di quelle ad azione diretta. Nei bastimenti della Marina Reale i cilindri sono posti sui lati, cosicchè essendo diminuita l'altezza totale del macchinismo sul suolo a cui si appoggia, lo si può tenere al di sotto del pelo d'acqua. Nei bastimenti del commercio è impiegata di frequente una forma di macchina che somiglia alle macchine terrestri a bilanciere col cilindro ad un estremo del bilanciere ed il regolo di unione all'altro. In queste il regolo d'unione si dirige all'ingiù dall'estremo del bilanciere alla manovella. In ogni caso il cilindro è invertito e il regolo di unione unendosi alla cima dell'asta dello stantuffo fa ruotare la manovella, ben inteso che l'asta dello stantuffo è mantenuta nella propria direzione per mezzo di apposite

guide. Secondo il signor Bourne la struttura delle macchine superiormente descritte dell'*Arrogant* e dell'*Encounter* è per tutti i rapporti la migliore per i bastimenti ad elice, se non che egli opina che sia meglio collocare la canna nella tromba ad aria anzichè nel cilindro. Egli osserva pure che si potrebbe far senza del condensatore ed effettuare la condensazione nella tromba ad aria. In tal caso l'entrata dell'acqua nella tromba, e la sua uscita si potrebbero regolare per mezzo d'una valvola a cassetta, simile a quelle usate per regolare nel cilindro l'entrata e l'uscita del vapore. Sembra probabile che le valvole a cassetta possano divenire di uso generale nelle trombe di qualunque sorta, ma nel caso di quelle ordinarie destinate ad innalzare l'acqua, non dovrebbero essere simili alle solite a cassetta, che non potrebbero presentare una superficie sufficiente al loro scopo, ma dovrebbero consistere in corti cilindri cavi, con orifici a grata, che ruotino lentamente al cielo e al fondo della tromba ad aria.

LXXXIX.

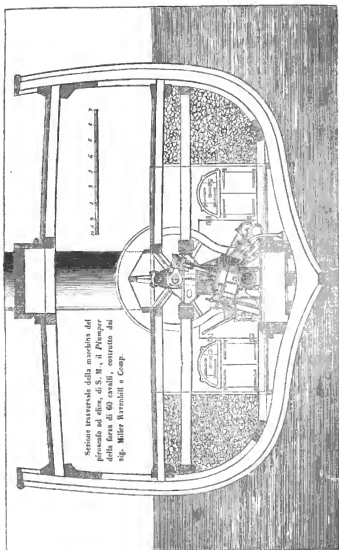
La disposizione generale del macchinismo e del combustibile nei bastimenti ad elice della Marina Reale è illustrata dalla sezione traversale del pacchebotto di Sua Maestà il *Plumper* presentata dalla figura 28.

XC.

La quistione di usare all'occorrenza la potenza sussidiaria del vapore, pei bisogni del commercio e della guerra, è della più alta importanza e del maggior interesse, e tale per giunta che l'esperienza finora non ci ha posto in grado di capirla e di chiarirla perfettamente. Pei bisogni del commercio, il risparmio di combustibile, quando il vento sia favorevole alla nave, e l'adattamento della sua struttura alle condizioni necessarie in un bastimento a vela, sono di sommo rilievo; e nel servizio militare navale, una forza motrice, per quanto possa essere insufficiente ad un movimento costante ed a mantenere una grande velocità nei lunghi viaggi, può sempre essere più che bastevole per condurre i bastimenti all'azione o in un porto nemico.

XCI.

Sull'autorità di M.r Bourne, e sul fondamento di esperienze fatte in grande, abbiamo già detto che i bastimenti ad elice destinati ad

Sezione trasversale della macchina del piroscafo ad elice, di S. M., il *Plumper* della forza di 60 cavalli, costrutto dai sig. Miller Ravenhill e Comp.

affrontare direttamente il vento ed a lavorare di fronte contro al mare, a pari consumo di combustibile, sono meno efficaci di quelli a pale. Nondimeno, combinando gli effetti delle vele e del vapore, hanno in generale pari efficacia, ed anche maggiore quando peschino profondamente. Un bastimento ad elice, per non avere i tamburri delle ruote, ha maggior somiglianza colle navi veliere; nulla di meno, dagli sperimenti fatti col *Niger* e col *Basilisk* non pare che l'aggiunta delle vele faccia più effetto in un bastimento ad elice che in uno a pale, sebbene sembrasse naturale il presumerlo. I vantaggi pertanto che si traggono dall'usare le macchine ad elice come forza ausiliaria, non derivano da alcuna superiorità dell'elice quale motore, nè dalla maggiore facilità che presenta all'applicazione delle vele, ma si devono ascrivere all'usanza di impiegare nei bastimenti ad elice la forza del vento, che non costa nulla, in luogo di quella del vapore che costa assai, ed anche al mantenere celerità minori di quelle che si stimano necessarie nei bastimenti a pale. L'elice è un motore meno incomodo delle pale, e siccome permette una maggior velocità della macchina, si può costipare in uno spazio minore una macchina di maggior forza.

Per tutti i rapporti, dunque, è da preferirsi l'elice come motore sussidiario; pure è bene che s'intenda che questa sua preminenza non è dovuta tanto ad una sua maggiore efficacia, quanto alla maggior convenienza che ella somministra di adoperare come potenza sussidiaria il vapore.

XCII.

La forza in cavalli delle macchine marine è o nominale o reale. La forza nominale si calcola supponendo una certa pressione media effettiva del vapore, ed una certa velocità media lineare dello stantuffo. Moltiplicando la pressione per la velocità media si ha la forza effettiva dello stantuffo, o ciò che è lo stesso, della macchina esercitata sopra un dato numero di piedi al minuto e poichè quella che si chiama forza d'un cavallo significa 33000 libbre sollevate di un piede in un minuto, ne segue che si avrà la forza nominale della macchina dividendo per 33000 il prodotto di quella effettiva esercitata dallo stantuffo moltiplicata per il numero di piedi corsi in un minuto.

In tutti i contratti dell'Ammiragliato inglese, e generalmente anche in quelli della marina commerciale, si ammette che, dopo avere dedotta dalla pressione assoluta del vapore nella caldaja quella porzione che è resa inutile dai gas e dal vapore non liquefatto nel conden-

satore, dall'attrito delle parti in movimento e da tutte le altre resistenze, la pressione efficace del vapore sullo stantuffo sia di 7 libbre ad ogni pollice quadrato della superficie di questo. Per conseguenza la forza nominale effettiva sullo stantuffo espressa in libbre si troverà moltiplicando per 7 il numero dei pollici quadrati contenuti nell'area dello stantuffo.

XCIII.

Nelle seguenti tavole, ottenute dalle Autorità Governative, si troverà una completa indicazione della forza del Naviglio a vapore di Sua Maestà al 1 aprile 1856.

Dalla tavola I appare che il numero dei vascelli di linea armati e che si armavano con motori ad elice era allora di 43, portanti in complesso 3797 cannoni, e mossi da macchine della forza collettiva di 22950 cavalli. Questo dà per media 88 cannoni e 1/3 e 533 cavalli per vascello; la proporzione fra i cannoni ed i cavalli è di circa 6 cavalli per cannone.

Dalla tavola II risulta che il numero delle fregate e navi bombardiere era di 24, portanti assieme 889 cannoni, e mosse da macchine della forza di 10560 cavalli: quindi in media 37 cannoni e 440 cavalli per nave, risultandone la proporzione di quasi 12 cavalli per cannone.

Tavola I.

Vascelli di linea del naviglio di Sua Maestà armati e da armarsi di motori ad elice.

	Nome.	*Cannoni.*	*Forza in cavalli.*		*Nome.*	*Cannoni.*	*Forza in cavalli.*		*Nome.*	*Cannoni.*	*Forza in cavalli.*
1	Agamemon	91	600		*si riportano*	1253	7500		*si riportano*	2475	14700
2	Ajax	60	450	16	Exmouth . .	90	400	30	Orion	91	600
3	Algiers	90	450	17	Gibraltar . .	100	800	31	Pembroke . . .	60	200
4	Bienheim	60	450	18	Hannibal . .	90	450	32	Princess Royal .	91	400
5	Brunswick	80	400	19	Hastings . . .	60	200	33	Renown	90	800
6	Cæsar	91	400	20	Hawke . . .	60	200	34	Revenge	90	800
7	Centurion	80	400	21	Hero	90	600	35	Royal Albert . .	121	500
8	Colossus	80	400	22	Hogue	60	450	36	Royal George .	102	400
9	Conqueror	100	800	23	Howe	120	1000	37	Royal Sovereign	120	1000
10	Cornwallis	60	200	24	Irresistible .	80	400	38	Russell	60	200
11	Cressy	80	400	25	James Watt .	91	600	39	St. Jean d'Acre.	101	600
12	Donegal	100	800	26	Majestic . . .	80	400	40	Sanspareil . . .	70	350
13	D. of Wellington	131	700	27	Marlborough.	130	800	41	Victor Emanuel.	90	600
14	Edgar	90	600	28	Mars	80	400	42	Victoria	120	1000
15	Edinburgh	60	450	29	Nile	91	500	43	Windsor Castle.	116	800
		1253	7500			2475	14700		*Totale* . .	3797	22950

Tavola II.

Fregate e navi bombardiere del naviglio di Sua Maestà armate e da armarsi di motori ad elice.

	Nome.	Cannoni.	Forza in cavalli.		Nome.	Cannoni.	Forza in cavalli.		Nome.	Cannoni.	Forza in cavalli.
					si riportano	355	4140		*si riportano*	621	7350
1	Amphion . . .	34	300	10	Doris	32	800	18	Liffey	50	600
2	Ariadne . . .	30	350	11	Emerald	50	600	19	San Finrenzo .	50	600
3	Arrogant . . .	46	360	12	Eurotas	12	200	20	Sea-horse . . .	12	200
4	Aurora	50	400	13	Euryalus	51	400	21	Shannon	51	600
5	Bacchante . .	50	600	14	Forte	50	400	22	Termagant . . .	24	310
6	Chesapeake .	50	400	15	Forth	12	200	23	Topaz	50	600
7	Curaçoa . . .	30	350	16	Horatio	8	250	24	Tribune	31	300
8	Dauntless . .	33	580	17	Impérieuse . . .	51	360	25	*Totole* . .	889	19560
9	Diadem . . .	32	800								
		355	4140			621	7350				

Tavola III.

Elenco dei battelli a vapore da guerra al servizio di Sua Maestà armati di ruote a pale.

	Nome.	Cannoni.	Forza in Cavalli.		Nome.	Cannoni.	Forza in Cavalli.		Nome.	Cannoni.	Forza in Cavalli.
1	Alecto	5	200		*si riportano*	142	7560		*si riportano*	283	15869
2	Albany	4	100	32	Furious	16	400	62	Penelope	16	650
3	Ardente	5	200	33	Fury	. .	515	63	Porcupine . . .	3	132
4	Antelope	2	260	34	Geyser	6	280	64	Prometheus . .	5	200
5	Argus	6	300	35	Gorgon	6	320	65	Rhadamanthus .	4	200
6	Asp	. .	50	36	Gladiator	6	430	66	Redpole	1	160
7	Avon	3	160	37	Harpy	1	200	67	Retribution . .	28	400
8	Bann	. .	80	39	Hecate	6	240	68	Rosamond . . .	6	280
9	Banshee	2	350	38	Hecla	6	240	69	Sampson	6	467
10	Barracouta . . .	6	300	40	Hermes	6	220	70	Salamander . .	6	220
11	Basilisk	6	400	41	Hydra	6	220	71	Scourge	6	420
12	Black Eagle . .	.	260	42	Inflexible	6	378	72	Shearwater . . .	8	160
13	Blood Hound .	3	150	43	Jackal	4	150	73	Sidon	22	550
14	Brune	. .	80	44	Kite	3	170	74	Spiteful	6	280
15	Bull Dog . . .	6	500	45	Leopard	18	560	75	Spitfire	5	140
16	Buzzard	6	300	46	Lightning . . .	3	100	76	Sphinx	6	500
17	Caradoc	2	350	47	Lizard	1	150	77	Stromboli . . .	6	280
18	Centaur	6	540	48	Locust	3	100	78	Styx	6	280
19	Columbia	6	100	49	Lucifer	2	180	79	Tartarus	4	136
20	Comet	. .	80	50	Magicienne . .	16	400	80	Terrible	21	800
21	Cuckoo	3	100	51	Medea	6	350	81	Trident	6	350
22	Cyclops	6	320	52	Medina	4	312	82	Triton	3	260
23	Dasher	2	100	53	Medusa	4	312	83	Valorous	16	400
24	Dee	4	200	54	Merlin	6	312	84	Vesuvius	6	280
25	Devastation	6	400	55	Oberon	3	260	85	Virago	6	300
26	Dragon	6	560	56	Odin	16	560	86	Vulture	6	470
27	Dover	. .	90	57	Osborne	2	430	87	Weser	6	160
28	Driver	6	280	58	Otter	3	120	88	Widgeon	. .	90
29	Firefly	4	220	59	Pigmy	3	100	89	Wildfire	. .	76
30	Firebrand . . .	6	410	60	Polyphemus . .	5	200	90	Zephyr	3	100
31	Fire Queen . .	. .	120	61	Pluto	4	100	91	*Totole* . .	500	24640
		142	7560			283	15869				

TAVOLA IV.

Corvette, scialuppe e barche cannoniere da dispacci, al servizio di Sua Maestà, munite e da munirsi di motori ad elice.

	Nome.	Cannoni	Forza in Cavalli		Nome.	Cannoni.	Forza in Cavalli.		Nome.	Cannoni.	Forza in Cavalli.
1	Alacrity . . .	. .	200		*si riportano*	305	5700		*si riportano*	541	1090
2	Alert	16	100	27	Flying Fish . .	6	350	52	Plumper	9	600
3	Ariel	9	60	28	Fox Hound . .	4	200	53	Pylades	20	350
4	Archer	14	202	29	Harrier	17	100	54	Rattler	11	200
5	Arrow	4	160	30	Hesperus	.	120	55	Recruit	6	160
6	Assurance . .	4	200	31	Highflyers . . .	21	250	56	Renard	4	200
7	Beagle	4	160	32	Hornet	17	100	57	Rifleman	8	100
8	Brisk	14	250	33	Icarus	. .	. .	58	Ringdove . . .	4	200
9	Cadmus . . .	20	400	34	Intrepid	6	350	59	Roebuck	6	350
10	Cameleon . .	16	100	35	Lapwing	4	200	60	Reward	4	200
11	Challenger . .	20	400	36	Lynx	4	160	61	Satellite	20	400
12	Charybdis .	20	400	37	Lyra	8	60	62	Scout	20	400
13	Clio	20	400	38	Malacca	17	200	63	Scylla	20	400
14	Conflict . . .	8	400	39	Minx	3	10	64	Sharpshooter .	8	202
15	Coquette . . .	4	200	40	Miranda	14	250	65	Snake	4	160
16	Cordelia . . .	8	60	41	Mohawk . . .	4	200	66	Sparrowhawk .	4	200
17	Cormorant . .	4	200	42	Mutine	16	100	67	Surprise	4	200
18	Cossack . . .	20	250	43	Myrmidon . . .	3	150	68	Swallow	9	60
19	Cruiser	17	60	44	Niger	14	4x0	69	Tartar	20	250
20	Curlew	9	60	45	Nimrod	6	350	70	Teazer	3	40
21	Desperate . .	8	400	46	Osprey	4	200	71	Victor	6	350
22	Encounter . .	14	360	49	Pearl	20	400	72	Vigilant	4	200
23	Esk	21	250	48	Pelican	16	100	73	Viper	4	160
24	Etna	14	200	49	Pelorus	20	400	74	Wanderer . . .	4	200
25	Falcon	17	100	50	Phœnix	6	200	75	Wasp	14	100
26	Fawn	. .	128	51	Pioneer	6	350	76	Wrangler . . .	4	160
		305	5700			541	10900		*Totale* . .	761	16202

TAVOLA V.

Navi pel trasporto delle truppe e delle munizioni,
cisterne d'acqua, mulini di farina, yachts e officine galleggianti.

	Nome.	Cannoni.	Forza in Cavalli.		Nome.	Cannoni.	Forza in cavalli.		Nome.	Cannoni.	Forza in cavalli.
1	Abundance . .	. .	100		*si riportano*		1856		*si riportano*	11	4076
2	Assistance . . .	. .	400	18	Hearty	. .	100	34	Prospero	. .	144
3	Advice	. .	100	19	Helen Faucit . .	. .	.	35	Resistance . . .	10	400
4	Adder	. .	100	20	Himalaya	.	700	36	Resolute	. .	400
5	African	. .	90	21	Humber	. .	30	37	Simoom	8	350
6	Bruiser	. .	100	22	Industry	2	80	38	Sprightly . . .	. .	100
7	Buffalo	. .	76	23	Malta	. .	50	39	Supply	2	80
8	Bustler	. .	200	24	Megæra	6	350	40	Sulina	. .	120
9	Chasseur	. .	60	25	Monkey	. .	130	41	Sultana	. .	. .
10	Confiance . . .	. .	100	26	Moslem	. .	120	42	Thais	. .	80
11	Coromandel . .	. .	100	27	Myrtle	. .	50	43	Torch	. .	150
12	Crescent	. .	100	28	Nimble	.	. .	44	Transit	. .	500
13	Danube	. .		29	Pera	. .	30	45	Urgent	. .	450
14	Echo	. .	50	30	Perseverance . .	2	360	46	Vulcan	6	350
15	Elfin	. .		31	Pike	. .	50	47	Wye	. .	100
16	Fearless	.	140	32	Pigeon	. .	50		*Totale* . .	37	7300
17	Fox	. .	140	33	Princess Alice . .	1	120				
			1856			11	4076				

TAVOLA VI.

Indicazione del numero totale e della forza delle barche cannoniere a vapore della marina reale al 1.° aprile 1856.

Numero.	*Cannoni.*	*Forza in cavalli.*	*Num. totale dei cannoni*	*Forza in cav compl*
122	4	60	488	7320
43	4	40	52	520
20	2	20	40	400
155	10	120	580	8240

TAVOLA VII.

Indicazione del numero e della forza dei bastimenti a vapore d'ogni classe della marina reale al 1.° aprile 1856.

	Numero.	*Cannoni.*	*Forza in cavalli.*
Vascelli di linea	43	3797	22950
Fregate e navi bombardiere . .	24	889	10560
Bastimenti a ruota	90	500	24640
Corvette, scialuppe, ecc.	76	761	16202
Navi pel trasporto delle truppe.	47	37	7300
Barche cannoniere	155	580	8240
	435	6564	89892

TAVOLA VIII.

che indica il numero dei bastimenti (di ferro e di legno) di proprietà delle Compagnie dei pacchebotti a vapore postali nel marzo 1853; e così pure il loro carico e la forza in cavalli stampato per ordine del Parlamento il 29 Giugno, 1853.

A quale Compagnia appartengano.	*Num. dei bastimenti*			*Carico in tonnellate di quelli*			*Forza in cavalli di quelli*		
	di legno	*di ferro*	*tot.*	*di legno*	*di ferro*	*totale*	*di legno*	*di ferro*	*totale*
Penisola ed Orientale.	11	22	33	11800	26419	38249	4086	7481	11567
Reale delle Indie Occ.	19	1	20	32612	2700	35312	8750	800	9550
Ingl. e dell'Am. del N.	8	1	9	14991	2500	17491	5690	1000	6690
Del Pacifico	. .	8	8	. . .	6688	6688	. .	2298	2298
Generale dei bastimenti ad elice	. .	8	8	. . .	13496	13496	. .	2250	2250
Dell'Australia	. .	5	5	. . .	8600	8600	. .	1800	1800
Del Sud Ovest	. .	4	4	. . .	1612	1612	. .	677	677
Africana	. .	4	4	. . .	3920	3920	. .	530	530
Totale . . .	38	53		59403	65965		18526	16836	
		In tutto 91			In tutto 125368			In tutto 35362	

Dalla tavola III risulta che vi erano 90 battelli a vapore da guerra muniti di ruote a pale, portanti in totale 500 cannoni, e mossi da macchine della collettiva forza di 24640 cavalli, risultando la media di 5 cannoni e 1/2 e 274 cavalli per battello; e la proporzione fra i cavalli ed i cannoni essendo di quasi 50 cavalli per cannone.

Dalla tavola IV risulta che vi erano 76 navi minori armate di motori ad elice, consistenti in corvette, scialuppe, e battelli da dispacci, portanti fra tutte 761 cannoni, e mosse da macchine della forza collettiva di 16202 cavalli, risultandone la media di 10 cannoni

e 213 cavalli per nave, e la proporzione della forza in cavalli ai cannoni, di quasi 21 cavalli per cannone.

Nella tavola V è dato il numero e la forza delle navi pel trasporto delle truppe e delle munizioni, per la somministrazione dell'acqua cc.; nella tavola VI un'indicazione delle barche cannoniere a vapore, e nella tavola VII un sommario generale di tutto il naviglio a vapore.

Nella tavola VIII è dato un indice della marina a vapore del commercio nel marzo 1853.

Prof. R. Ferrini.

LA LOCOMOTIVA

Capitolo primo.

I. È famigliare a chiunque. — II. Il suo meccanismo in generale non è inteso. — III. Oggetto di questo trattato. — IV. Due maniere di far muovere i carri a ruote. — V. Come sia messa in moto la locomotiva. — VI. Azione dell'asta dello stantuffo sulle ruote. — VII. Punti morti. — VIII. Azione ineguale. — IX. Come vi si rimedii. — X. Come le aste degli stantuffi sieno collegate colle ruote. — XI. Le ruote sono fisse alle rispettive sale. — XII. Forma della locomotiva. — XIII. Ruote motrici. — XIV. Ruote accoppiate. — XV. Consumo del vapore. — XVI. L'efficacia della macchina dipende dalla forza di vaporizzazione della caldaja. — XVII. Cassa del fuoco. — XVIII. Tubi che traversano la caldaja. — XIX. Conbustibile. — XX. Tubo di sfogo. — XXI. Tender. — XXII. Projezioni, spaccati e loro descrizioni.

I.

La locomotiva, sebbene sia la classe di macchine a vapore di cui è più recente la data dell' invenzione, è quella che è più famigliare al publico d'ogni paese. Per osservare le grandi macchine adoperate per la fognatura, o come dicono con voce forestiera per il drenaggio, si devono visitare le regioni delle miniere; per vedere quelle applicate agli utili meccanismi dobbiamo portarci nelle officine; per vedere quelle che servono alla navigazione ci è mestieri discendere nel fondo della nave. Non è d' uopo invece d' andare in cerca della locomotiva. Ella ci appare e la incontriamo dovunque. Ci avvertono di sua presenza tanto l' udito che la vista. Il fischio d' avviso e lo sbuffare del fumajuolo sono famigliari all' orecchio quanto la velocità fulminea della macchina e la serie serpeggiante delle vetture lo sono all'occhio di tutti.

II.

Fra l' innumerevole moltitudine di gente che in tutti i paesi inciviliti sono testimonii dell' azione straordinaria di quella macchina e ne traggono utilità e godimenti, pochi comprendono la sorgente della sua potenza cioè il principio della sua azione. Se la vedono scorrer dinanzi colla rapidità d' un uragano, traendosi appresso vetture piene di centinaja di persone o di centinaja di capi di bestiame o di tonellate di merci, ma l' agente che opera queste meraviglie è per essi avvolto nel mistero. Molti desiderano di avere la chiave dell' enigma, di scoprire il segreto, ma sono ributtati dalla fatica che richiederebbe la lettura e lo studio dei trattati anche i più popolari, sulla locomotiva; fatica per cui pochi hanno il tempo disponibile, e ancora più pochi le disposizioni dipendenti dalle cognizioni preliminari e dall' attitudine intellettuale.

III.

È a questa moltitudine che intendiamo di rivolgerci, sperando di presentare, in un piccolo compendio, una nozione così semplice e chiara della classe di macchine a vapore in discorso, da poter essere intelligibile a qualunque persona senza richiedere perciò una fatica maggiore di quella che ciascuno sia in grado di prestarvi.

IV.

Una forza motrice si può applicare in due maniere a far muovere un veicolo sostenuto da ruote. Gli può essere attaccata, come i cavalli ad una carrozza, tirarlo per mezzo di tirelle, oppure la si può applicare alle ruote in modo di obbligarle a girare.

Facendo girare le ruote, o dovranno queste strisciare sulla strada, o dovrà progredire il veicolo. Ma se il peso di cui sono gravate è considerevole, e lo stato della strada è conveniente, nei punti dove si appoggiano sulla strada, le ruote avranno con questa tale adesione che in generale non strisceranno su di essa; e quando non lo facciano, il veicolo da esse sostenuto, dovrà avanzarsi ad ogni giro delle ruote di un tratto eguale alla circonferenza esterna dei loro cerchi.

V.

È appunto in questa seconda maniera che la forza del vapore viene applicata a far camminare la locomotiva. Le aste degli stantuffi, si collegano per mezzo di regoli di ferro, detti regoli di unione, o coi raggi delle ruote, ad una certa distanza determinata dai loro assi, o con bracci, chiamati manovelle, foggiati sulle sale, fra le ruote. La forza che spinge gli stantuffi alternativamente da un capo all' altro dei cilindri, viene trasmessa mediante i regoli d' unione ai raggi ed alle manovelle e agisce su di loro come il braccio d' un uomo sopra di un tornio, imprimendo così alle ruote un moto di rivoluzione continuo.

VI.

Per rendere più manifesta quest' azione dello stantuffo sulle ruote, l'asta dello stantuffo, il regolo d' unione e il raggio o la manovella sono rappresentati nella figura 1, in otto posizioni successive che assumono durante ogni rivoluzione della manovella. La freccia indica la direzione in cui il regolo d' unione opera sulla manovella.

L' articolazione *p* collega il regolo d' unione coll' estremo dell' asta dello stantuffo, e la snodatura *r* lo unisce all' estremo della manovella o del raggio, e *c* è il centro fisso intorno a cui gira la manovella od il raggio.

Intanto che lo stantuffo compie una corsa doppia da un capo all' altro del cilindro e dal secondo al primo, la snodatura *r* termina una rivoluzione completa intorno al centro *c*.

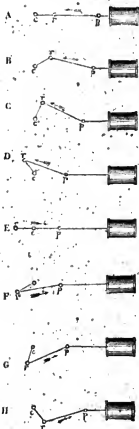
Nella posizione figurata in A, lo stantuffo è al fondo del cilindro più lontano dalla manovella e l'articolazione *r* si trova direttamente fra il centro *c* e l'articolazione *p*.

Fig. 1.

Nella posizione B, mentre che lo stantuffo si avanza verso *c*, la snodatura *r* ha lasciata quella giacitura e il regolo d'unione e la manovella contengono un angolo ottuso. La forza del vapore che spinge il regolo d'unione nella direzione espressa dalla freccia, agisce ad angolo ottuso sulla manovella.

Intanto che lo stantuffo continua ad avanzarsi, l'angolo compreso dal regolo d'unione e dalla manovella va facendosi di mano in mano più piccolo, finchè nella posizione C si riduce ad un angolo retto, e allora tutta la forza applicata al regolo d'unione diventa efficace.

Nella posizione D l'angolo formato dal regolo d'unione e dalla manovella diventa acuto, e nella posizione E, l'articolazione *r* si trova in linea retta fra *c* e *p* e lo stantuffo ha toccato il fondo del cilindro più prossimo a *c*. Dopo ciò, lo stantuffo ripiglia a muoversi da *c* verso il fondo più lontano del cilindro, la snodatura *r* assume successivamente le giaciture rappresentate in F, G ed H, e la manovella forma col regolo d'unione un angolo prima acuto, poi retto e da ultimo ottuso finchè lo stantuffo arrivi al fondo più lontano del cilindro, dove i punti *c*, *r*, e *p* riprendono la posizione figurata in A.

VII.

Osserviamo che nelle posizioni A ed E il regolo d'unione essendo parallelo alla manovella non può farla ruotare; che nel passare dalla posizione A alla C il regolo diventando sempre meno obliquo alla manovella, cresce continuamente la forza con cui può farla girare,

finchè in C, trovandosi ad angolo retto colla medesima, opera su di essa con piena energia. Oltrepassata la posizione C, il regolo ritorna di mano in mano più obliquo a c ed ha su di essa un effetto sempre più piccolo, finchè giungendo nella posizione E, le è parallelo e perde ogni forza su di essa.

Le due posizioni A ed E, alle quali lo stantuffo si trova a un capo od all'altro del cilindro, e dove lo stantuffo perde ogni forza per girare la manovella si chiamano i *punti morti*.

VIII.

Quando lo stantuffo, oltrepassata la posizione E e cambiata la direzione del suo movimento, prende a ritornare all'altro capo del cilindro, il regolo forma di nuovo un angolo acuto colla manovella, ed agisce, sebbene svantaggiosamente, su di essa, come si vede in F.

L'angolo fatto dal regolo e dalla manovella cresce fino a diventare un angolo retto in G dove il regolo opera con piena efficacia sulla manovella.

L'angolo contenuto fra il regolo e la manovella si fa ottuso in appresso, come lo si vede in H, e l'azione è ancora svantaggiosa e lo diviene continuamente di più facendosi l'angolo di mano in mano più ottuso finchè da ultimo il regolo e la manovella ritornano alla posizione figurata in A.

Essendo pertanto ineguale l'azione dello stantuffo sulla ruota, poichè l'efficacia è massima nei punti C e G e si annulla completamente nelle posizioni A ed E, un solo stantuffo imprimerebbe alla macchina un moto progressivo ineguale. Essa si avanzerebbe a sbalzi, essendo spinta colla massima vigoria quando lo stantuffo si trova nelle posizioni C e G, e non movendosi che in virtù della velocità preconcepita, quando lo stantuffo si trova ai punti morti A ed E. Il moto sarebbe alternativamente celere e lento in relazione alla posizione variabile del regolo d'unione e della manovella.

IX.

Queste ineguaglianze scompajono e si ottiene un movimento uniforme adoperando due cilindri che muovano manovelle differenti o ruote differenti, e disponendoli di maniera che quando lo stantuffo dell'uno sia nei suoi punti morti, quello dell'altro sia nelle posizioni del massimo effetto. Per far ciò basta semplicemente di collocare le due manovelle ad angolo retto fra di loro, o di congiungere

i regoli coi raggi ad angolo retto l'uno coll'altro. Per tale disposizione, l'effetto combinato delle due manovelle diviene invariabile, almeno assai prossimamente, perchè l'efficacia dell'una cresce esattamente in quel grado in cui va diminuendo quella dell'altra.

X.

I cilindri si dispongono talvolta fra le ruote e talaltra esteriormente ad esse.

Se vengono collocati fra una coppia di ruote, la sala d'un'altra coppia è ripiegata in modo da formarvi due manovelle, perpendicolari fra di loro, che sono fatte girare dai regoli d'unione degli stantuffi.

Una cosifatta sala a due manovelle è rappresentata nella fig. 2, in cui le manovelle sono mostrate in una positura obliqua al piano del disegno.

I regoli di unione si intendono attaccati alle manovelle in B e le ruote che ne devono essere fatte girare, sono fissate all'estremità della sala in G.

Quando i cilindri sono collocati al di fuori delle ruote, i regoli di unione sono attaccati a due raggi, uno in ciascuna delle ruote che devono porre in rotazione: questi raggi sono ad angolo retto fra di loro e le ruote sono fissate alle sale per modo che queste abbiano a girare assieme alle ruote.

XI.

Si può dire in generale che le ruote dei veicoli e delle macchine delle ferrovie non girano sui loro assi come quello dei carri comuni, ma sono sempre fissate alle sale per modo che queste abbiano a girare assieme colle ruote, e in conseguenza i regoli d'unione sia che agiscano sui raggi delle ruote, o che agiscano sopra manovelle foggiate sull'asse, avranno il medesimo effetto nel porre in movimento le ruote e in conseguenza nel far progredire la macchina.

Fig. 2.

XII.

La macchina locomotiva è sostenuta ordinariamente da tre paja di ruote. In alcuni casi di macchine piccole e leggieri non ve ne sono che due paja e in altri casi ve ne hanno quattro paja.

La fig. 3 mostra la forma generale e la distribuzione delle parti di una locomotiva a tre coppie di ruote. In questo caso i due cilindri sono posti immediatamente di fronte alle ruote anteriori e sotto al fumajolo. Le ruote della coppia intermedia sono poste in movimento dai regoli di unione.

XIII.

La coppia di ruote fatte girare dall'asse degli stantuffi, mediante i regoli di unione, si chiamano le *ruote motrici*, dacchè è per la loro azione immediata che la macchina trascina seco il treno a cui è attaccata.

Fig. 3.

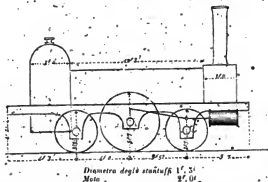
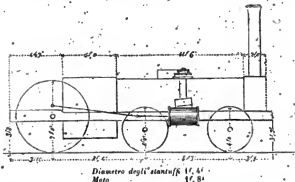
Diametro degli stantuffi 1', 3'
Moto . 2', 0'

Queste sono per lo più di diametro maggiore che le ruote di sostegno, affinchè la macchina abbia a percorrere un tratto maggiore

Fig. 4.

Diametro degli stantuffi 1', 4'
Moto 1', 8'

ad ogni corsa dello stantuffo, perchè lo spazio di cui essa si avanza ad ogni corsa doppia dello stantuffo è eguale alla circonferenza di una delle ruote motrici.

Nel disegno sono indicate le reali dimensioni d'una macchina simile a quella ivi rappresentata.

In qualche macchina di più recente costruzione le ruote motrici sono situate all' estremità posteriore della macchina e i cilindri si

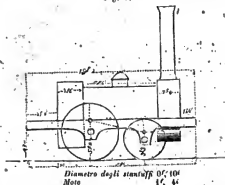
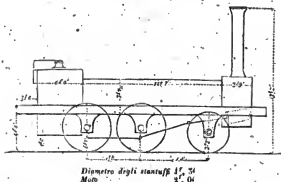
Fig. 5.

trovano fra la coppia di ruote intermedia e l'anteriore, come si vede nella fig. 4. Allora le ruote motrici sono di maggiori dimensioni e la macchina è atta a raggiungere una maggiore celerità.

Fig. 6.

La fig. 5 mostra una classe di locomotive più leggieri e di minor forza sostenute da due paja di ruote, di cui le posteriori sono le ruote motrici.

XIV.

Allorchè le locomotive sono destinate a strascinare dei carichi assai pesanti con piccola velocità, come nel caso delle macchine, che servono al trasporto delle merci, le ruote motrici hanno piccole di-

mensioni e affine di dar loro maggior presa sulle rotaje, si sogliono collegare due coppie di ruote laterali, di dimensioni esattamente eguali, in modo che lo stantuffo abbia ad agire contemporaneamente sopra entrambe per mezzo dei regoli d'unione. Le due paja di ruote motrici così congiunte si dicono *accoppiate* e la macchina si dice *macchina a ruote accoppiate*. Una macchina di questa sorta è presentata dalla fig. 6, in cui le accoppiate sono le ruote posteriori e le intermedie e i regoli di unione essendo attaccati alla coppia intermedia operano per mezzo di essa anche sulla posteriore.

XV.

Si è dimostrato che per far compiere una rivoluzione alle ruote motrici, ciascuno degli stantuffi deve compiere nel cilindro una corsa di andata ed una di ritorno, in conseguenza di che la caldaja deve intanto somministrare ai cilindri quattro misure di vapore. Con questo dato si può calcolare il consumo di vapore necessario ad una data velocità progressiva del convoglio. Per esempio, se la circonferenza delle ruote motrici fosse di trenta piedi, si avrebbero a consumare quattro cilindri pieni di vapore ad ogni trenta piedi di cui si avanza il convoglio. È dunque manifesto che l'attitudine della macchina a muovere un carico con una richiesta velocità si riduce a quella della caldaja di produrre colla medesima velocità richiesta il vapore alla pressione voluta.

Supponiamo che si desideri trasportare un certo carico colla rapidità di trenta miglia all'ora, cioè di mezzo miglio o 2640 piedi al minuto. La circonferenza delle ruote motrici sia di ventisei piedi e quattro decimi. Queste ruote dovranno compiere cento rivoluzioni per trascorrere 2640 piedi o mezzo miglio, cioè dovranno fare cento giri al minuto. Ora, poichè ad ogni rivoluzione la caldaja deve somministrare quattro cilindri pieni di vapore, il consumo di vapore al minuto sarà quattrocento volte la capacità d'un cilindro.

XVI.

La pressione del vapore dipende dalla resistenza del carico. È facile di calcolare, coi soliti principii di meccanica, la forza che deve operare sugli stantuffi, necessaria ad equilibrare una data resistenza alla circonferenza della ruota, e così si può valutare la pressione necessaria del vapore. Per tal maniera si può sempre determinare

quanto vapore, ad una data pressione, deve produrre la caldaja affinchè la macchina sia atta a trasportare un dato carico con una voluta celerità.

Quando, dunque, il meccanismo sia convenientemente costruito, ne consegue che l'efficacia della macchina dipende in ultimo dalla forza di vaporizzazione della caldaja.

Nel caso della macchina locomotiva vi hanno parecchie condizioni che limitano la grandezza ed il peso del meccanismo e creano nella costruzione della macchina impedimenti e difficoltà, che non si incontrano nelle macchine fisse. Siccome la macchina deve trasportare anche sè stessa, e camminare gravata del proprio carico, il suo volume ed il suo peso devono di necessità essere comprese entro stretti limiti. Deve passare sotto ponti, entro gallerie, circostanze che non solo ne limitano in generale la grandezza, ma quasi la privano dell'ufficio del fumajuolo che è così indispensabile all'efficacia delle macchine a vapore fisse.

Ne risulta che non si può rendere compatibile questa limitazione del peso e del volume con una gran forza di vaporizzazione se non per via di spedienti che producano una combustione estremamente intensa in un piccolo fornello, e che assicurino la completa ed immediata trasmissione all'acqua del calore svolto da questa combustione.

XVII.

Il calore sviluppato dall'abbruciarsi del combustibile nel fornello viene propagato in due maniere. Una parte irradia dal combustibile nella maniera con cui irradia la luce, e assai prossimamente, secondo le medesime leggi. Questi raggi di calore, divergenti da tutti i punti del carbone incandescente, battono contro tutte le superficie che circondano il fornello. Ora, importando sommamente che vengano immediatamente trasmessi all'acqua della caldaja, ne consegue che il fornello dovrebbe essere circondato per ogni parte da una porzione della caldaja contenente acqua; in breve il focolare dovrebbe essere circondato da una cassa cava di metallo piena d'acqua. Con questo mezzo, il calore irradiato dal combustibile, battendo contro il metallo che costituisce la superficie interna di questa cassa, entrerà nell'acqua e diverrà efficace alla produzione del vapore.

Qualunque sia dunque la forma particolare della macchina il fornello deve essere circondato da questa cassa. La si denomina *cassa del fuoco.* Il suo fondo è occupato da una grata, composta di sbarre

di tale spessore che non abbiano ad essere fuse dal combustibile sparso su di essa, e che lascino fra l'una e l'altra uno spazio sufficiente perchè possa entrarvi l'aria abbastanza liberamente per avvivare la combustione, ma non tale da permettere che abbia a cadere fra l'una e l'altra sbarra il combustibile non abbruciato.

XVIII.

La grandezza limitata delle caldaje da locomotiva vi rende impraticabile la costruzione degli estesi condotti adoperati nelle caldaje fisse; e, in conseguenza, nelle prime macchine si sciupava molto calore perchè si lasciavano sfuggire al camino la fiamma e l'aria scaldata prima che la loro temperatura fosse sufficientemente abbassata dal contatto dei condotti.

Alla fine si adottò un modo ammirabile di conseguire completamente il fine desiderato. Si fece traversare la caldaja da un numero considerevole di piccoli tubi d'ottone o di rame che la percorrevano parallelamente fra di loro da un capo all'altro, tenendo il fornello ad un'estremità e il fumajuolo all'altra della caldaja. La fiamma e l'aria calda non trovano altra via per passare dal fornello al fumajuolo che lungo questi tubi. Sono dunque costretti di passare traverso all'acqua suddivisi in una moltitudine di linee. La grandezza e il numero dei tubi furono calcolati di maniera che l'aria, arrivando al camino, avesse ceduto all'acqua quanto più di calore fosse praticabile.

Tutta l'importanza di questo spediente non fu apprezzata se non lungo tempo dopo che venne adottato. Sulle prime, i tubi che traversavano la caldaja erano pochi e di diametro considerevole, ma di mano in mano che l'esperienza rendeva sempre più evidente la loro efficacia, se ne diminuiva il diametro e se ne accresceva il numero e ultimamente non sono rare le caldaje traversate da cento cinquanta tubi di un pollice e mezzo di diametro interno.

Il calore veniva così, in qualche maniera, derubato all'aria prima che questa entrasse nel camino.

Questi tubi si tengono necessariamente sotto il livello dell'acqua nella caldaja, cosicchè sono continuamente bagnati dall'acqua e il calore che ricevono viene assorbito immediatamente dalle bolle di vapore generate alla loro superficie, bolle, che continuamente s'innalzano al cielo della caldaja raccogliendosi nella camera del vapore.

Da queste osservazioni si capirà che la forza di vaporizzazione della caldaja della locomotiva, è determinata dall'estensione della superficie esposta al calorico radiante nella cassa del fuoco e dal-

l'estensione della superficie esposta all'azione dell'aria calda nei tubi. Questa superficie espressa in piedi quadrati è di solito il termine di paragone della forza evaporante delle caldaje.

XIX.

Gran parte dell'efficacia di queste caldaje dipende dalla qualità del combustibile. Siccome la macchina viaggia traverso a paesi più o meno popolati non è compatibile lo svolgimento del fumo in conseguenza dei danni che produrrebbe. Si determinò, dunque, di adoperare per combustibile del coke invece del carbone.

L'uso di questo combustibile presenta, però, un altro vantaggio. Il coke essendo composto principalmente di carbone, ad esclusione dei componenti più volatili del medesimo che nella combustione producono la fiamma, la massima parte del calore sviluppato agisce per irradiazione. Dal fornello non si alzano fiamme ed attraverso i tubi non passa che l'aria calda. È più agevole, quindi, di sottrarne il calore, che nel caso che si svolgesse la fiamma. In breve, con questo combustibile, la porzione di calore sviluppata dal fornello è molto maggiore di quella che sarebbe svolta se si abbruciasse del carbone. La superficie della cassa del fuoco diviene in paragone più efficace, e i condotti lo sono meno che nelle macchine fisse dove si arde carbone.

Indipendentemente, dunque, dal vantaggio di non svolgere fumo, il coke è una qualità del combustibile più adatta alle condizioni di una macchina locomotiva.

XX.

Per mantenere una combustione rapida ed intensa sopra una grata necessariamente piccola, è indispensabile una corrente di forza proporzionale. Nelle macchine fisse, come è notissimo, l'aspirazione al fornello è prodotta di solito da un camino di altezza corrispondente; ma questo non essendo compatibile colle condizioni d'una macchina locomotiva, è necessario di ricorrere a qualche altro spediente affine di produrre la necessaria corrente d'aria traverso i tubi. Un soffietto o ventilatore che funzionasse nella canna od in qualche altra conveniente posizione, servirebbe all'intento; ma si è adottato un mezzo assai migliore.

Il vapore, dopo avere spinto lo stantuffo, vien lasciato sfuggire, ma affine di cavarne profitto, non lo si emette subito nell'atmosfera

dove produrrebbe una nuvola di vapore intorno alla macchina, ma lo si guida per mezzo di un tubo alla base della canna, ed ivi lo si lascia sfuggire in un getto volto direttamente all' insù per il camino. In tal maniera, quando gli stantuffi arrivano ad un capo o all'altro dei cilindri, un soffio del vapore da disperdersi, sfuggendo dai medesimi, viene spinto nel camino e si produce una successione continua di tali soffii, quattro ad ogni rivoluzione delle ruote motrici. Questi soffii continui di vapore attivano nel camino una corrente costante all'insù da cui vengono trascinati dalla cassa del fuoco traverso ai tubi l'aria ed i gas prodotti dalle combustioni.

Il tubo da cui sono diretti all'insù nel camino questi soffii, chiamato *tubo di sfogo*, adempie l'ufficio di un soffietto dei più efficaci.

Coloro che non sono famigliari colle macchine a vapore non troveranno difficoltà a concepire che un soffietto produrrebbe lo stesso effetto sul fuoco operando nel camino o anche alla cima di esso, come se fosse applicato alle sbarre della grata, purchè solo la bocca del camino presso al fuoco sia chiusa da uno sportello, come lo è sempre nelle macchine a vapore.

XXI.

A mantenere forniti di acqua la caldaja della locomotiva e di combustibile il suo fornello, la si fa seguire da un carro detto *tender* che porta una provvigioue di combustibile ed un serbatojo d'acqua di sufficiente grandezza.

Questo recipiente comunica coll'interno della caldaja per mezzo di tubi e di trombe prementi. Le trombe prementi vengono mosse dalla macchina. Il macchinista, per mezzo d'un manubrio, può sospendere quando gli piaccia l'azione delle trombe; cosicchè, quando trovi che la caldaja si riempia di troppo, può troncare l'alimentazione. Vi sono dei verificatori, mediante i quali egli può riconoscere ad ogni istante la quantità di acqua che vi è nella caldaja, o, ciò che è lo stesso, l'altezza del suo livello. È ajutato da un fuochista che di tratto in tratto apre lo sportello della cassa del fuoco ed alimenta il fornello.

XXII.

Questa descrizione generale di una locomotiva e dei suoi accessorii sarà intesa più chiaramente coll'ajuto di disegni che mostrino le sezioni principali e le projezioni di una macchina e del tender.

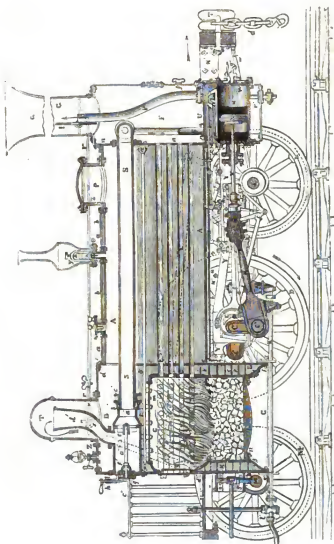



Fig. 7.

Le fig. 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13 e 14 offrono una serie di disegni che presentano le sezioni e l'alzato d' una locomotiva a tre paja di ruote, col suo tender.

La fig. 7, è una sezione verticale longitudinale fatta dal piano parallelo alle ruote passante per gli assi della caldaja e del fumajolo.

La fig. 8, è una projezione orizzontale del meccanismo che funziona tra le ruote e al disotto della caldaja.

La fig. 9, è una sezione verticale trasversale fatta da un piano che traversa la camera del fuoco perpendicolarmente alle ruote.

La fig. 10, è una sezione trasversale simile fatta dal piano che traversa la camera del fumo e che contiene l'asse del fumajuolo.

La fig. 11, è un alzato di fronte della macchina presso alla piatta forma del meccanico.

La fig. 12, è un simile alzato della fronte presso al fumajuolo.

La fig. 13 è una sezione verticale longitudinale del tender fatta dal piano che passà a metà distanza fra le ruote perpendicolarmente ad esse.

La fig. 14 è una projezione del tender visto dal di sopra.

Fig. 8.

Le medesime parti sono sempre contrassegnate colle stesse lettere nei differenti disegni.

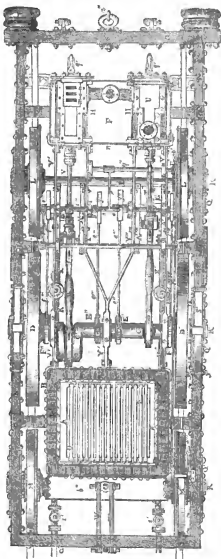
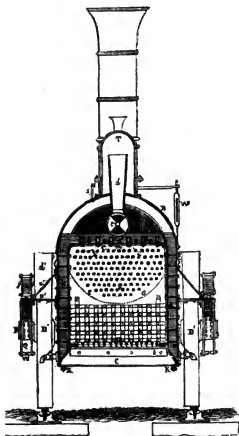
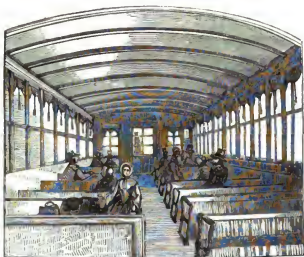
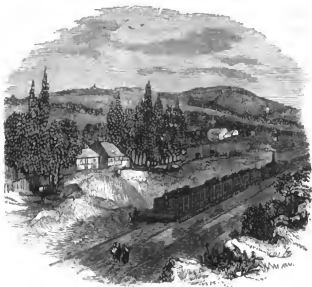



Fig. 9.

Le parti principali si potranno riconoscere mediante la descrizione generale che precede e le seguenti indicazioni.

	Numero della figura.	Lettera d'indicaz.
Cilindri del vapore	7, 8	H
Stantuffi	7	X
Aste degli stantuffi	7, 8	Y
Regoli d'unione	7, 8	B'
Manovelle mosse da questi, che nel caso attuale sono costrutte sulla sala delle ruote motrici	7, 8	C'
Ruote motrici	7, 8, 9	D'

	Numero della figura.	Lettera d'indicaz.
Ruote di sostegno	7, 8, 10, 11, 12	L, M
Passaggi d'ammissione e d'emissione del vapore ai cilindri . .	8	*m, n, o*
Camera contenente la cassetta da cui vengono aperti e chiusi questi passaggi	8	U
Due coppie di eccentrici da cui sono mossi i cassetti, delle quali l'una governa il vapore in modo di far avanzare la macchina e l'altra in modo di farla retrocedere	8	E' E'', F' F'
Regoli per mezzo di cui questi eccentrici manovrano i cassetti.	8	*e'' e''', f'' f''*
Manubrio o leva per cui il meccanico-conduttore pone in connessione l'una o l'altra coppia di eccentrici coi cassetti . .	7	*a'''*
Cassa del vapore, dove si raccoglie dalla caldaja il vapore asciutto non mescolato di spruzzi d'acqua	7, 11	T
Tubo del vapore che mette da questa camera, d'onde fluisce il vapore, ai cassetti ed al cilindro	7	S S
Tubo di sfogo, per cui il vapore, dopo aver agito sullo stantuffo, si scarica in soffii nel fumajuolo	7, 10	*p*
Cassa del fuoco, contenente il coke ardente	7, 9	C C
Cassa cava di metallo che lo circonda assicurata da chiavarde e da viti, e piena d'acqua	7, 8, 9	*k k*
Sbarre della grata che formano il fondo della camera del fuoco.	7, 8, 9	D
Sportello del fuoco per cui di tratto in tratto s'introduce il coke ad alimentare il fornello	11	*g*
Tubi che traversano per il lungo la caldaja e pei quali i gas caldi della combustione ed il fumo passano dalla camera del fuoco a quella del fumo	7, 9, 10	E E
Camera del fumo alla base del camino, che riceve l'aria calda dai tubi	7, 8, 10	F
Fumajuolo superiormente alla camera del fumo e al tubo di sfogo.	7, 10, 12	G
Regolatore, per cui si lascia passare più o meno di vapore per il tubo del vapore, e chiudendo il quale s'intercetta completamente il vapore dal cilindro	7	*h'*
Piattaforma su cui stanno il meccanico conduttore ed il fochista.	7, 11	P' *c''*
Verificatore del livello d'acqua, tubo di vetro che comunica sotto e sopra coll'interno della caldaja e in cui l'acqua si dispone allo stesso livello che nella caldaja	11	L
Robinetti verificatori, che servono al medesimo scopo, l'uno al di sopra e l'altro al di sotto del giusto livello dell'acqua. Se l'acqua è al disotto del giusto livello uscirà vapore dal più basso, e se è al disopra di quello, uscirà acqua dal robinetto più alto	11	M
Tromba alimentare, che è una tromba premente mossa dalla macchina da cui di tratto in tratto si spinge l'acqua nella caldaja per sostituirvi quella che è vaporizzata	7, 8	K'
Tubo d'alimentazione che mette dal recipiente del tender alla tromba alimentare	7	K
Manubrii, mediante i quali il meccanico governa l'alimentazione. Questi aprono o chiudono il tubo di alimentazione secondo che si volgono da una parte o dall'altra. Quando il meccanico s'accorge, per mezzo del verificatore del livello d'acqua e dei robinetti verificatori, che il livello dell'acqua si abbassi di troppo nella caldaja, apre i robinetti del tubo d'alimentazione attirando l'alimentazione e li richiude quando il livello siasi alzato al posto conveniente. Vi sono di solito due trombe alimentari, coi loro accessorii	11	*t' t'*
Sportello della camera del fumo, che si apre sopra cardini situati al margine superiore, per mezzo del quale si può pulire questa parte della macchina	12	*t*
Cuscini circolari fissati all'estremità di robuste spranghe di ferro, che reagiscono contro molle a spirale per ammorzare il colpo in caso di collisione	7, 12	T T'

	Numero della figura.	Lettera d'indicaz.
Teste dei cilindri assicurate da chiavarde e viti che si ponno levare allo scopo di nettare il generatojo	12	W W
Recipiente d'alimentazione sul tender	13. 14	I″
Tubo d'alimentazione che deriva da questo	13	P″ Q″
Congiunzioni delle parti del tubo d'alimentazione attaccate alla macchina ed al tender	13	P″
Barra di congiunzione della macchina e del tender	13	W″
Catena di congiunzione del tender col convoglio	13	Y′
Cuscini del tender	13, 14	D″
Coperchi del recipiente d'alimentazione	14	N″
Manubrio della manovella sul tender	14	X″
Spazio per il coke	14	B″

Interno di un vagone.

Capitolo secondo.

XXIII. Velocità. — XXIV. Dote di locomotive. — XXV. Quali annotazioni si avrebbero a fare della struttura e delle qualità della macchina. — XXVI. Causa della rinnovazione delle locomotive inglesi. — XXVII. Viaggio medio delle locomotive. — XXVIII. Le locomotive hanno bisogno di riposare. — XXIX. Spesa per ripulirle ed accenderle. — XXX. Macchine di riserve. — XXXI. Macchine di rinforzo. — XXXII. Tempo per cui si tengono ferme in aspettamento. — XXXIII. Economia del combustibile. — XXXIV. Registro del consumo. — XXXV. Pochezza del servizio utile ottenuto. — XXXVI. Sulle ferrovie del Belgio. — XXXVII. Su altre linee del continente. — XXXIII. Sulla linea Londra e Nord-Ovest. — XXXIX. I confronti delle varie linee non ben istituiti. — XL. Legittimi termini di paragone. — XLI. Grandezza della dote di locomotiva che si richiede. — XLII. Introito sporco delle ferrovie europee nel 1850. — XLIII. Viaggio compiuto sulle medesime. — XLIV. Loro grande incremento da quell'epoca. — XLV. Enorme consumo di carbone. — XLVI. Viaggi percorsi dai treni dei passaggeri e delle merci.

XXIII.

A chi consideri la straoadinaria velocità impressa talvolta ai convogli tratti dalle locomotive sulle ferrovie inglesi, non sembrerà

priva d'interesse l'esposizione delle operazioni che per questo effetto deve compiere il meccanismo della locomotiva.

Prendiamo, come esempio non infrequente, un treno di carrozze che viaggi sopra una ferrovia colla celerità di sessanta miglia all'ora.

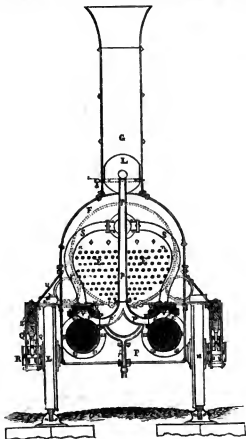



Fig. 10.

Ritenendo, come in un esempio precedente, che la circonferenza delle ruote motrici misuri ventisei piedi e quattro decimi, queste ruote, come si è allora spiegato, faranno cento giri nello scorrere lungo un mezzo miglio, e quindi duecento nel compiere il viaggio d'un miglio. La velocità di sessanta miglia all'ora non è altro che quella d'un miglio al minuto. Le ruote motrici, dunque, faranno duecento giri al minuto. Ma si è già veduto che per far compiere alle ruote una ri-

voluzione ogni stantuffo deve fare una corsa d'andata ed una di ritorno in ciascun cilindro, che ogni cilindro deve essere riempiuto due volte di vapore dalla caldaja, e che il vapore dev'essere scari-

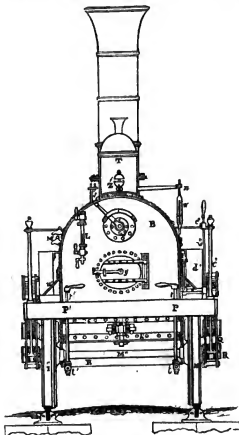



Fig. 11.

cato due volte per mezzo del tubo di sfogo. Ne deriva, che per raggiungere la velocità su menzionata, la caldaja deve fornire ai cilindri ad ogni minuto ottocento misure di vapore alla richiesta pressione. Le valvole che lasciano entrare questo vapore in ciascun cilindro devono aprirsi quattrocento volte al minuto, e così pure le due valvole per cui viene espulso il vapore. I soffii di vapore nel tubo di sfogo devono succedersi colla celerità di ottocento al minuto.

Se riteniamo la capacità di ciascun cilindro d'un piede cubico ed un quarto, la caldaja dovrà somministrare ai cilindri mille piedi cubici di vapore al minuto. Supposto che questo vapore debba avere la

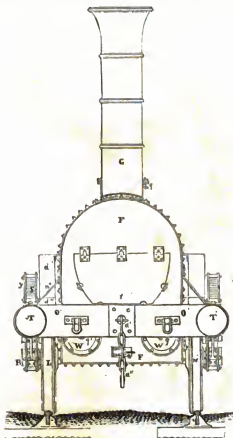



Fig. 12.

pressione di cinquanta libbre per pollice quadrato, siccome un piede cubico d'acqua, vaporizzandosi, produce circa cinquecento piedi cubici di vapore a questa pressione per somministrare ai cilindri mille piedi cubici di vapore al minuto, la caldaja dovrà vaporizzare due piedi cubici d'acqua al minuto, cioè centoventi piedi cubici all'ora. Questa forza evaporante corrisponderebbe in una caldaja fissa alla forza nominale di centoventi cavalli.

XXIV.

Si può farsi prontamente un'idea dell'importanza economica d'una ferrovia considerando la grandezza del capitale investito nel dotarla di un numero conveniente di locomotive ed in qual vasta proporzione la rendita venga assorbita dalle spese di manutenzione. Il numero di locomotive di cui è fornita, o, come diremo, la dote di locomotive si può distinguere in due classi di quelle impiegate nel

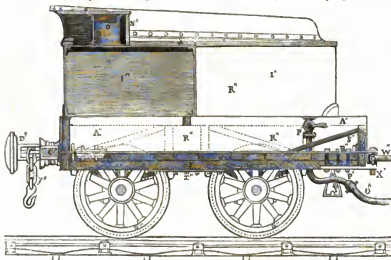



Fig. 13.

trasporto dei passeggieri, e di quelle impiegate a condurre i treni delle merci. Le macchine destinate al trasporto dei passeggieri sono costruite in maniera di condurre dei carichi leggieri con molta celerità, e quelle destinate al trasporto delle merci sono fatte in modo di trascinare dei carichi pesanti con poca velocità. Nelle prime le ruote motrici sono grandi, in modo di far avanzare il convoglio d'un ampio tratto, ad ogni corsa dello stantuffo: nelle altre sono di grandezza minore affine di dare alla forza motrice maggior momento sul carico. Nelle prime v'è una sola coppia di ruote motrici, per rendere più leggiera la macchina ed assorbire meno di forza motrice nel traslocare sè stessa; nelle altre ve ne hanno due paja e accoppiate, qualche volta anche tre paja collegate fra di loro, per accrescere la potenza meccanica della forza impellente. Nella prima classe di macchine il vapore si consuma

rapidamente e in gran copia a poco densità: nelle altre lo si consuma meno celeremente ma a più forte densità.

Queste differenti condizioni meccaniche rendono necessario, in generale, di provvedere una dote di locomotive per il servizio delle merci separata e indipendente da quella destinata al servizio di passeggieri.

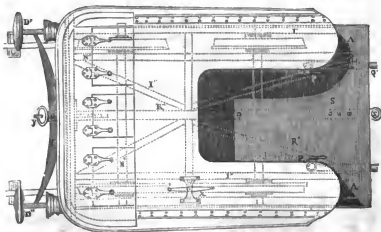



Fig. 14.

XXV.

Nell'ufficio delle locomotive si dovrebbe tenere un registro contenente le notizie del servizio passato e presente delle qualità di tutte le macchine al servizio della ferrovia. Queste notizie dovrebbero comprendere i seguenti particolari sui servizii passati di ogni macchina: —

1.° Il giorno e l'anno che fu messa su quella strada.

2.° Il suo costruttore.

3.° Il diametro e la corsa dei cilindri.

4.° Il diametro e il numero delle ruote motrici.

5.° Il numero delle volte in cui fu pulita, accesa, e vi fu generato il vapore.

6.° Il numero delle ore che stette ferma col vapore in pronto.

7.° Il suo viaggio totale dal cominciamento del servizio all'epoca presente.

8.° La quantità totale di combustibile che ha consumato.

9.° Il costo primitivo della macchina, e

10.° La somma totale erogata nelle riparazioni.

E riguardo agli attuali servizii nello scorso anno, si dovrebbero dare i seguenti dettagli:

1.° Il numero delle volte che fu accesa e che vi fu generato il vapore.

2.° Il numero delle ore che stette ferma col vapore in pronto.

3.° Il suo viaggio mensile, e il numero delle miglia percorse in totale.

4.° La quantità di combustibile consumato nell'accenderla e nel produrvi il vapore.

5.° La quantità di combustibile consumata nelle fermate d'aspettamento.

6.° La quantità di combustibile consumata nel lavoro.

7.° Una memoria di qualunque accidente o di altra notevole circostanza riguardante il servizio della macchina.

Queste e le precedenti annotazioni non sono nè impraticabili nè prive d'importanza. Un registro di questo genere è tenuto dall'Amministrazione delle ferrovie del Belgio e i suoi principali risultati vengono annualmente publicati in forma di tavole nel *Compte Rendu* o rendiconto ufficiale del servizio delle ferrovie che il ministero dei lavori publici presenta alle Camere ad ogni sessione. Una simile tavola esprime in un colpo d'occhio le condizioni e la storia di tutte le locomotive.

XXVI.

Nel progresso delle ferrovie inglesi, vennero di tempo in tempo messe in disparte delle locomotive, e poste, per così dire, sulla lista di quelle disusate; e ciò accadde molte volte, non perchè quelle macchine fossero divenute inette al servizio, ma perchè le condizioni del servizio avevano subito tal cambiamento che le forze delle medesime non erano più in grado di sostenerlo. Immediatamente da che si cominciò ad attuare il sistema delle ferrovie, il loro servizio crebbe in maniera così rapida, che superò tutte le previsioni di coloro che costrussero ed organizzarono le prime ferrovie. Si andò successivamente aumentando il peso e la robustezza dei raili, e in pari tempo il peso e la grandezza delle vetture, il peso e la forza delle macchine ricevettero un incremento corrispondente.

Un giornale, tenuto regolarmente, della vita di alcune delle macchine locomotive che funzionarono sulle ferrovie inglesi sarebbe un documento dei più interessanti. Noi ignoriamo se esista un così fatto giornale; ma, crediamo, almeno che non sia mai stato publicato.

XXVII.

Confrontando il viaggio totale di ciascuna classe di una dote di locomotive col numero delle macchine in servizio, si può determinare il viaggio medio di cadauna macchina.

Facciamo, per esempio, un simile computo per le ferrovie belgiche nel 1847.

Il numero totale delle macchine in servizio era di 154, e il loro viaggio complessivo fu di 2,366885 miglia; dividendo questo numero per 154 si ha 15369 come il numero medio delle miglia percorse nell'anno da ciascuna macchina e il numero delle miglia fatto giornalmente da ciascuna risulta di 42.

XXVIII.

Si potrebbe domandare, se una macchina locomotiva, una volta che sia accesa, possa funzionare quasi indefinitamente?

Si sa che molte macchine a vapore adoperate nelle manifatture e nelle miniere si fanno lavorare parecchi mesi di fila, notte e giorno, e che le macchine usate nelle navi a vapore lavorano spesso incessantemente durante un viaggio di 3000 miglia. Perchè dunque, si potrebbe domandare, non potrà funzionare una locomotiva senza interruzione per un periodo molto maggiore, distribuendo così sopra un viaggio di maggiore estensione le spese di accenderla, di ripulirla, e diminuendo in conseguenza il costo del trasporto per ogni miglio?

Quantunque si possa aumentare il viaggio della macchina molto al di là del limite a cui arriva al presente, è tuttavia indispensabile che in pratica non abbia a sorpassare un certo segno. La macchina locomotiva, quasi un cavallo di ferro, ha bisogno di intervalli di riposo quanto lo possono avere i cavalli di carne, sangue ed ossa. Faticando, per così dire, si stanca; nel lavoro le sue giunture si allentano, le chiavarde cedono, le sue superficie d'attrito si scaldano e spesso, dilatandosi inegualmente, si strappano. Le sbarre della grata e la cassa del fuoco vengono ingombrate di scorie, i tubi caricati di coke, e quando continuasse a funzionare fino ad un certo punto, la macchina diverrebbe in ultimo assolutamente incapace di muoversi. Perchè la macchina possa durare, si richiede, dunque, che se ne sospenda l'azione prima che queste cause di deterioramento si operino in grado pericoloso.

Quando la locomotiva cessa di lavorare, i pulitori, che sono per così dire i suoi stallieri, ne ripuliscono il focolare, ne raschiano le sbarre della grata, e la superficie interna della cassa del fuoco, nettano i tubi, ne stringono le chiavarde e ne assicurano i chiodi, ungono d'olio e di grasso tutte le parti che si sfregano, e, in una parola, la rimettono in ordine da poter lavorare.

XXIX.

La spesa per nettare una macchina ed il costo del combustibile che si consuma nell'accenderla e generarvi il vapore in modo da renderla atta a viaggiare, si devono caricare necessariamente sul viaggio che la medesima compie, per cui il costo di questo viaggio verrà accresciuto in ragione inversa del rapporto fra il viaggio totale della macchina e il numero delle volte che la stessa venne pulita ed accesa nel periodo del servizio. Importa, dunque, per l'economia della forza locomotrice, di precisare qual proporzione vi debba essere fra il viaggio della macchina ed il numero delle volte che si ha da pulirla ed accenderla.

Di qui emerge l'importanza delle annotazioni sopra indicate del numero delle volte che ogni macchina è stata ripulita ed accesa.

Per determinare in media il numero delle miglia corse da ogni macchina dopo essere stata ripulita ed accesa basta dividere il viaggio complessivo di tutte le locomotive della dote, o di quelle di ciascuna classe di questa, per il numero totale delle macchine accese; ed il quoziente esprimerà la distanza percorsa da ogni macchina accesa.

Si verifica inevitabilmente nella pratica che dopo aver accesa una macchina, ed avervi prodotto il vapore in modo che sia pronta a partire abbia a star ferma, col vapore in pronto per un tempo più o meno lungo, aspettando il convoglio che deve condur via; per il che si incorre in una spesa non direttamente produttiva, di combustibile e di salario.

XXX.

Ma, oltre a ciò, il servizio della strada richiede che, a certe stazioni si tengano allestite delle macchine col vapore all'ordine, pronto a lavorare, all'unico scopo di provvedere alle accidentalità del servizio attivo della strada. Per esempio, quando, per un accidente accaduto ad un convoglio, sia posta fuor di servizio la macchina che lo trascina, se ne dà avviso per mezzo del telegrafo elettrico, o per

mezzo dei segnali o in qualche altra maniera alla più vicina stazione di macchine, domandando che una locomotiva sia inviata sul luogo a prendervi il treno. Se non vi fosse una macchina preparata col vapore all'ordine, per una simile contingenza, la strada sarebbe ingombrata per un tempo considerevole dal convoglio fermatovisi così casualmente.

Le macchine che si tengono allestite per simili accidenti si chiamano *Macchine di riserva.*

XXXI.

Un'altra causa per cui è necessario che in certi punti della linea si tengano in pronto delle macchine col vapore all'ordine, è quando vi siano delle pendenze straordinarie.

Per esempio, se la pendenza generale con cui è costruita una ferrovia fosse di circa quindici piedi per miglio, ma in un punto particolare una elevazione naturale del suolo o qualche altra causa rendesse necessaria la costruzione di un piano inclinato colla pendenza di 60 piedi per miglia, allora le macchine atte al servizio del resto della linea sarebbero insufficienti a vincere questa salita eccezionale ed in tal caso l'espediente a cui si ricorre, è di tenere sempre in aspettamento una o più macchine potenti col vapore all'ordine, al piede della salita perchè ajutino il convoglio a superarla.

Queste si chiamano Macchine di rinforzo. Il loro modo di operazione è il seguente. Esse stanno aspettando al piede della salita in uno spazio laterale destinato appositamente; e quando arriva un convoglio e comincia a salire, la macchina di rinforzo gli si mette di seguito, e spingendolo per di dietro, ajuta la macchina consueta che sta in testa al convoglio a tirarlo su per il piano. Quando giunge alla sommità, la macchina di rinforzo si stacca e scendendo lungo il piano, ritorna alla propria stazione.

XXXII.

Dai calcoli basati sui precedenti principii, che io (1) istituiva qualche anno fa, risultava che sulle linee belgiche il viaggio medio compiuto da ogni macchina accesa era di 78 miglia, e su qualcuna delle linee francesi di 70 miglia. Risultava pure che ogni macchina accesa si teneva ferma, col vapore in pronto, sette ore e mezza,

(1) Io, il Dott. Lardner.

comprendendo naturalmente nel computo le macchine di riserva. Da ciò consegue che ad ogni dieci miglia corse da una macchina corrisponde un'ora di fermata.

XXXIII.

Il combustibile consumato nel servizio d'una ferrovia si può classificare sotto tre capi.

1. Quello consumato nell'accendere le macchine, produrvi il vapore e metterle in ordine di lavorare.

2. Quello consumato intanto che la macchina sta ferma col vapore in pronto, aspettando i convogli che deve condurre, o stando in riserva preparata per i possibili accidenti sulla ferrovia.

3. Quello consumato nel trascinare i convogli.

Quando si arresta il lavoro della macchina, se ne vuota la cassa del fuoco, in preparazione al pulimento. Si raccoglie così una certa porzione di coke a metà consumato maggiore o minore, secondo lo stato della cassa del fuoco nel momento in cui si sospende l'azione della macchina. Questo coke può servire fino ad un certo grado ad accendere la macchina per la prossima partenza. Il minuto coke che è stato rigettato, come inutile durante il moto della macchina, viene dal macchinista mescolato in dose maggiore o minore col coke più grosso da adoperarsi per la produzione del vapore, perchè in questo processo l'aspirazione non è forte abbastanza da trascinare il coke minuto traverso i tubi ingombrandoli dannosamente. Il coke minuto si adopera anche, mescolato in una certa proporzione col coke in pezzi grossi, per tenere col vapore in pronto le macchine di riserva.

La quantità di coke consumata nel condurre un convoglio dipende dalla grandezza e dal peso di questo, e dalla velocità con cui cammina. Quanto maggiore è la resistenza che deve superare, tanto maggiore sarà il consumo di combustibile per una data distanza. La resistenza cresce in ragione rapidissima colla celerità. Ora siccome la celerità dei treni dei passeggieri è ordinariamente maggiore di quelli delle merci, il consumo di combustibile, in quanto dipende dalla celerità, sarà maggiore per i primi che non per i secondi, ma d'altronde, siccome i treni delle merci si compongono di un numero assai maggiore di veicoli molto più pesanti di quelli dei treni dei passeggieri, la resistenza dipendente dal carico è maggiore nel secondo caso che nel primo.

Sulle ferrovie belgiche, dove si cura molto strettamente l'economia del combustibile, si stabilirono delle regole per cui al macchinista vien accordato un peso stabilito di coke per le differenti bisogne.

Per accenderla e produrre il vapore si accordano 280 chilogrammi.

Per ogni carrozza da passaggieri si accorda $^3/_4$ di chilogrammo per chilometro.

Per ogni carro carico di merci si accorda $^2/_3$ di chilogrammo per chilometro.

Due carrozze vuote si computano come una che sia carica, e si accordano 2 chilogrammi e mezzo per chilometro per una macchina senza carico.

Si accordano dieci chilogrammi all'ora per tenere una macchina ferma col vapore in pronto.

Queste quantità però, si ritengono per media come limiti massimi che non devono essere oltrepassati. Per eccitare i macchinisti e i loro sovrintendenti a curare una debita economia di combustibile si decretano dei premii, proporzionali al valore dei risparmii ottenuti con queste norme: si concede al macchinista 5*s*. 6*d*. per ogni tonnellata di coke di cui il suo reale consumo sta indietro di questi limiti, ed ai sovrintendenti dell'ufficio delle locomotive è accordato un premio ulteriore di un quarto di questa quantità.

XXXIV.

Nell'ufficio delle locomotive si dovrebbe tenere un registro del consumo di combustibile, distinguendo questo consumo sotto i tre capi di locomotive tenute in pronto, accese, e fatte lavorare, e si dovrebbero annotare insieme le ore per cui si tennero ferme ed all'ordine le macchine, il numero delle macchine accese, e la lunghezza del viaggio compiuto. Non è nè impraticabile nè difficile il tenere un cosifatto registro in ogni stabilimento ben organizzato; ed uno simile viene mantenuto dall'amministrazione delle ferrovie belgiche. Da quelle annotazioni emerge che il consumo di combustibile per questi scopi fu sulle ferrovie del Belgio rispettivamente negli anni 1846 e 1847 il seguente:

	1846.	1847.
Numero delle ore di fermata d'aspettamento	205124	214610
Numero delle libbre di coke consumate in queste	4,503077	5,306573
Numero medio delle libbre consumate in un ora	22·0	24·7
Numero delle macchine accese	27452	30676
Numero totale delle libbre consumate per accenderle	16,828505	18,605263
Numero medio delle libbre consumate per ogni macchina accesa	613·0	306·5
Lunghezza totale dei viaggi compiuti in miglia	2,027014	2,366885
Numero totale delle libbre di coke consumate per compierli	60,698538	71,500965
Numero medio di libbre consumate per ogni miglio di viaggio	30·0	30·0
Consumo medio per miglio, compreso il coke consumato nell'accensione e nelle ore di aspettamento	40·5	40·3

Si può dunque dire, in numeri tondi, che si consumarono 600 libbre di combustibile nell'accendere una macchina, e generarvi il vapore, e che ogni macchina accesa, fa per media, sulle linee belgiche, un viaggio di 70 miglia.

Il combustibile consumato nell'accensione aumenta, dunque, di 8 libbre e mezzo per miglio quello che si consuma nel viaggio, e questo essendo 30 libbre, la quantità consumata per l'accensione è nella proporzione del 28 per cento. Il combustibile che si consuma nell'aspettare col vapore in pronto, tanto per una macchina di riserva che altrimenti, aggiunge l'uno e mezzo per cento di più al consumo nel viaggio per miglio, e il valore complessivo di questo si può quindi ritenere, in numeri tondi, di 40 libbre sulle ferrovie in discorso.

XXXV.

Uno dei risultati più sorprendenti dei calcoli da me istituiti sul servizio delle macchine locomotive tanto in Inghilterra che sul continente, è la pochezza del servizio utile che se ne ricava.

XXXVI.

Ne risulta che in ogni corsa, una macchina, sulle linee del Belgio, all'epoca del miglior servizio finora ottenuto, non arriva in media a fare 78 miglia e che anche questo non si ottiene che in quattro giorni sopra sette. Così il lavoro medio giornaliero d'una macchina non risulta che di 44 miglia.

Ne emerge anche che sopra 74 miglia percorse dalla macchina, questa sta, per termine medio, fermata in aspettamento per 7 ore e mezza. Traducendo questo risultato in media giornaliera arriviamo alla conclusione, che il servizio diurno d'una macchina si compone di 44 miglia di viaggio e di 3 ore di fermata col vapore in ordine.

Ora, siccome la velocità media sulle linee belgiche è di circa 20 miglia all'ora; un viaggio di 44 miglia richiede più di due ore.

Quindi il servizio diurno d'una macchina, espresso in misura di tempo, sarebbe di due ore di lavoro e di quattro di fermata col vapore in ordine.

XXXVII.

Queste induzioni ci colpiscono tanto, che naturalmente ci volgiamo altrove cercando in quanto i risultati delle altre ferrovie ne discordino o le corroborino.

Avendo dunque istituito simili calcoli sui rapporti statistici della maggior parte delle ferrovie del continente trovai che il viaggio medio giornaliero delle macchine è al dissotto di 33 miglia, risultando perciò inferiore al servizio utile delle locomotive belgiche.

XXXVIII.

I dati somministrati delle ferrovie britanniche sono così insufficienti e in generale così vaghi che non presentano un mezzo adequato di un confronto generale coi superiori risultati. Però nel caso delle linee Londra e Nord-Ovest fu publicato un rendiconto più dettagliato che merita moltissima attenzione a motivo della grande estensione e del traffico di quel sistema di ferrovie.

L'esercizio di queste linee, nei dodici mesi che terminarono col 30 giugno 1849, fu sostenuto da 457 locomotive, il cui viaggio complessivo fu il seguente:

Locomotive per i passeggieri	miglia	4,649,556
Locomotiva per le merci	»	2,882,674
	in tutto, miglia	7,532,230.

Quindi la corsa media diurna di ciascuna macchina fu di 45 miglia.

Questi risultati, ottenuti da servizii così svariati e numerosi, non lasciano dubbio che il medio servizio quotidiano d'una locomotiva è assai minore di quello che si potrebbe aspettare. Ritenendo la media velocità sulle linee Nord-Ovest di 28 miglia all'ora, arriviamo alla conclusione singolare e in qualche modo inattesa, che le macchine, prese l'una per l'altra, lavorano poco più di un'ora e mezza al giorno.

Da un rapporto da me ottenuto dalla Compagnia Nord-Ovest, trovai che nei dodici mesi, terminati col 30 giugno 1849, vi erano in attività di servizio in numero medio, 275 conduttori di locomotive ed altrettanti fuochisti. Ora si è già visto, che durante lo stesso periodo, si adoperarono 457 locomotive: vi erano dunque 10 conduttori di locomotive e 10 fuochisti per ogni 16 macchine.

Dividendo il viaggio annuo totale delle macchine per il numero complessivo dei conduttori di locomotive e di fuochisti impiegati, troveremo la distanza annua totale su cui ha lavorato ciascuno di questi; e dividendola per 365 avremo il lavoro medio diurno di ciascun conduttore di locomotiva e di ciascun fuochista espresso per

mezzo *della distanza*. Se si divide questa distanza per la velocità media all'ora espressa in miglia, si avrà il lavoro diurno sulla strada espresso per mezzo del tempo. Per le linee della Compagnia Nord-Ovest abbiamo i seguenti dettagli:

Viaggio totale delle macchine	miglia	7,532,230
Numero dei conduttori di locomotive e dei fuochisti	»	275
Lavoro annuo individuale, espresso dalla distanza	»	27,390
Lavoro diurno individuale, espresso dalla distanza	»	75
Lavoro diurno sulla strada, espressa per il tempo (ritenuta la velocità media di 28 miglia all'ora)	ore	2 $^3/_4$.

Ritenendo che le macchine, l'una per l'altra, lavorino in giorni alternati, l'effettiva distanza corsa in ogni tragitto da ogni macchina sul sistema di linee tenute dalla Compagnia Nord-Ovest, sarebbe di 90 miglia: ciò che corrisponde a 3 ore e $^3/_{14}$, in ragione di 28 miglia all'ora.

Risulta, quindi, che la forza della locomotiva è adoperata assai più vantaggiosamente su questa che in generale sulle linee del continente. Abbiamo veduto infatti che la media distanza percorsa da ogni macchina sulle linee del Belgio era di circa 78 miglia.

XXXIX.

In alcune delle relazioni presentate alle Compagnie delle ferrovie, si solevano istituire dei confronti fra una ferrovia ed un'altra basato sulla cópia di locomotive e sulla lunghezza della linea.

Ora un tal modo di confronto non può somministrare conseguenze legittime della menoma importanza sia dal punto di vista finanziario che dal meccanico. La quantità di locomotive non dipende menomamente dalla lunghezza delle strade. Le locomotive sono adoperate a sostenere il traffico e non ad altro scopo. La loro quantità, dunque, dipenderà dalla quantità del traffico e dalla media distanza a cui lo si trasporta, o, in altri termini, dal viaggio delle merci e dei passeggieri.

Due ferrovie che abbiano uno stesso viaggio di traffico abbisognano d'una stessa dote di locomotive, abbiano lunghezza eguale o

diseguale. Se si devono trasportare annualmente un milione di tonnellate di merci alla distanza media di 500 miglia, e dieci milioni di passeggieri a quella di 300 miglia è manifesto che si richiederà a ciò la stessa copia di locomotive, sia che la strada abbia la lunghezza di 400 che di 800 miglia.

Se si avesse di mira di paragonare i meriti dell'amministrazione della forza locomotiva, allora il termine di confronto sarebbe la quantità di lavoro eseguita da una data quantità di questa forza; e quella quantità del lavoro verrebbe determinata dal viaggio utile delle macchine e non dalla lunghezza della linea.

Tuttavia, troviamo che personaggi autorevoli e di alta rinomanza nelle ferrovie, annunciano che per dotare una linea, si richiede un certo numero di macchine per miglia. Non si può obbiettare nulla ad una tale espressione purchè si sottintenda di applicarla solo a quelle ferrovie che hanno una certa quantità determinata di traffico medio.

Ma è chiaro che ad ogni variazione del traffico sulla ferrovia proposta, si deve verificare una corrispondente e proporzionale variazione nel necessario valore della dote di locomotive.

XL.

Un modo legittimo di confrontare i meriti dell'amministrazione delle locomotive si avrebbe valutando il viaggio diurno medio delle macchine.

È evidente che se troviamo, che sopra una ferrovia, per esempio, le Nord-Ovest, le macchine compiono un viaggio diurno di 45 miglia, mentre su di un'altra, la Nord di Francia, troviamo che fanno un servizio giornaliero di meno di 30 miglia, il fondo di locomotiva è diretto nel primo caso più vantaggiosamente che nel secondo nella ragione di 2 a 3, ben inteso a parità delle altre circostanze. Ma anche in questo confronto, sarebbe necessario di tener conto della lunghezza e del peso dei treni; perchè se si verificasse che il peso del treno tirato per 30 miglia è maggiore di quello di un treno tirato per 45 miglia nella proporzione di 3 a 2, allora il lavoro utile delle locomotive sarebbe in ultimo il medesimo. In breve, il termine di confronto e l'unico termine di confronto dell'effetto utile della forza locomotiva è il viaggio effettivo (comprendendo in questo termine la quantità) del traffico che eseguisce in un tempo determinato.

XLI.

Le condizioni che determinano l'entità della dote di locomotive, necessaria all'esercizio d'una data strada, forma un interessantissimo soggetto di ricerca nell'economia delle strade ferrate: ma è un soggetto su cui non possediamo che dati scarsi e non soddisfacenti. Come si è già detto, i personaggi autorevoli in questa materia, diedero con maggior precipitazione che abilità una maniera di valutarla all'ingrosso ad un tanto per miglio. Ma questa si deve riguardare come affatto immeritevole di attenzione, per le chiarissime ragioni anzi esposte.

L'entità della dote di locomotive dipende esclusivamente dall'estensione del traffico. La questione si riduce così a determinare il numero delle macchine necessarie a lavorare sopra un dato numero di miglia.

Assumendo come modulo generale i risultati del lavoro delle linee Nord-Ovest, ne conseguе, che per trovare l'entità della dote necessaria a compiere un dato viaggio giornaliero, basta dividere il numero delle miglia di questo viaggio per 45: il quoziente esprimerà il numero richiesto di locomotive.

XLII.

Dai calcoli basati sopra autentici rapporti statistici, che vennero publicati in una serie di articoli, da me scritti nel Times del 1851, risultava, che nell'anno 1850, gli introiti lordi di tutte le ferrovie europee allora in attività, ammontarono a 23,309,000 lire sterline, di cui 12,750,000, o, quasi la metà, eransi raccolte sulle ferrovie del Regno Unito.

Di questa somma circa il 60 per 100 era stata percepita nel trasporto delle persone e il 40 per 100 per il trasporto delle merci di ogni qualità.

XLIII.

Il movimento delle locomotive che eseguirono questo traffico era stato il seguente:

Regno Unito	miglia percorse dalle macchine	40,162,000
Stati Germanici	» » » »	23,572,000
Francia	» » » »	10,041,000
Belgio	» » » »	4,540,000
Totale della distanza percorsa dalle locomotive nel 1850		78,315,000.

XLIV.

Dalla data di questi calcoli, il movimento ferroviario, tanto nel Regno Unito, che in tutta l'Europa generalmente, ricevette un grande incremento. Così, nel semestre che terminò col 30 giugno 1852, gli introiti lordi delle ferrovie del Regno Unito ammontarono a 7,195,581 lire sterline.

L'aggregato delle distanze percorse dalle locomotive, crebbe in proporzione ancora più forte dell'aumento dell'introito lordo. Così, invece che nel 1850, il viaggio annuo complessivo delle macchine sulle ferrovie del Regno Unito era di circa quaranta milioni di miglia, nel primo semestre del 1852 fu di ventotto milioni e mezzo di miglia, ciò che corrisponde a 57 milioni di miglia all'anno.

Adesso (nel 1854) si può ritenere che il viaggio annuo totale delle locomotive su tutte le ferrovie d'Europa non sia meno di *cento e venti milioni di miglia!*

XLV.

Per compiere questo lavoro, si consumano in totale due milioni e tre quarti di tonnellate di coke.

XLVI.

Questo movimento è ripartito fra passeggieri e merci nel modo seguente:

Distanza percorsa dai treni dei passeggieri	72,000,000	miglia
« « « « delle merci	48,000,000	»

Siccome ogni treno di passeggieri trasportava per media 70 persone ed ogni treno di merci 60 tonnellate, ne deriva che il movimento totale delle persone nell'anno equivaleva a 5040,000,000 persone portate alla distanza d'un miglio, e il trasporto delle merci a 2880,000,000 tonnellate trasportate alla distanza d'un miglio.

Il numero delle locomotive adoperate per questo movimento fu di circa 7500, delle quali 3700 sulle ferrovie Britanniche e 5000 circa delle quali furono costruite in Inghilterra.

Prof. R. Ferrini.

MACCHINE ELETTRO-MOTRICI

Fig. 2.

I Prospetto di miglioramenti derivati ai motori dall'applicazione dell'elettricità. — II. Esempio della sua applicazione pratica nel laboratojo del sig. Froment, costruttore di strumenti matematici a Parigi. — III. Menzione fattane nel catalogo della grande Esposizione nell'Hyde Park. — IV. Proprietà degli elettro-magneti. — V. Trasmissione e interruzione alternata della corrente. — VI. Come si possa produrre così una forza motrice. — VII. Pile voltaiche adoperate dal sig. Froment. — VIII. Forme delle sue macchine elettro-motrici. — IX. Dettagli della loro costruzione. — X. Regolatore che vi è applicato. — XI. Loro applicazione alla divisione degli archi graduati degli strumenti di fisica. — XII. Loro mirabile maniera di funzionare da sè. — XIII. Applicazione dei motori elettrici al telegrafo del sig. Froment. — XIV. Scritture microscopiche. — XV. Orologi elettrici.

I.

Fra le persone che consacrano i loro studii all'applicazione dei principii delle scienze fisiche alle arti industriali, si mantenne a lungo una persuasione più o meno avventata che non sia lontano il giorno in cui la poderosa azione del vapore, che ha esercitato e che continua ad esercitare tanta influenza sul benessere della umanità e sull'incivilimento, sarà surrogata da altri agenti meccanici assai più efficaci. La scienza ha già posto le mani sopra sorgenti di potenza inesauribile nei fenomeni dell'elettricità e del magnetismo. L'alternativa scomposisione e ricomposizione dell'acqua, operata dall'ettricità, ha un'analogia così stretta cogli alternativi processi di vaporizzazione e di condensazione che non può sfuggire a nessuno; si è già cercato una sorgente di forza nello svolgimento dei gas dalle materie solide, ottenuto colle affinità chimiche, e nella loro susseguente condensazione allo stato liquido. In una parola, lo stato attuale delle scienze fisiche in generale, il vigore, l'attività e la sagacità con cui si proseguonó le ricerche in tutti i paesi inciviliti, la crescente considerazione in cui sono tenuti gli scienziati, e gli onori personali e le ricompense che loro si conferiscono, tutto giustifica l'aspettazione che noi siamo alla vigilia di scoperte meccaniche ancora maggiori di quelle fatte fin qui; che la macchina a vapore anch'essa, colla sua gigantesca potenza, diverrà insignificante in confronto alle potenze naturali che dovranno essere ancora rivelate; e che verrà giorno che questa macchina, che ora estende le benedizioni della civiltà ai più remoti limiti del globo, cesserà di esistere fuorchè nelle pagine della storia.

II.

Si ignora però generalmente, che in Parigi esiste uno stabilimento di costruzione di strumenti fisici, o meglio di quella classe di strumenti che in ogni paese si distiuguono col nome di strumenti di precisione, dove l'elettro-magnetismo è ed è stato da parecchi anni applicato con pieno successo come forza motrice su di una scala grandiosa.

III.

Nel palazzo di cristallo nell'Hyde Park, si sarebbe potuto vedere un piccolo riparto di modesta apparenza fornito di teodoliti e di pa-

recchi modelli di apparati elettro-magnetici; portanti l'indirizzo di Gustavo Froment; e nel gran Catalogo illustrato e commentato si leggevano le tre linee seguenti, « Gustavo Froment — 5, via Ménilmontant, Parigi ».

« Istrumenti scientifici. Teodolite; e varii modelli di macchine elettro-motrici ».

Per certo, la brevità non poteva spingersi oltre. Non fu mai presentato un esempio più cospicuo di modesta riservatezza dal genio artistico più elevato. Pare che l'espositore non si sia dato pensiero nemmeno di attirare l'attenzione dei commentatori del Catalogo su queste produzioni della più sublime arte scientifica; perchè, mentre si accordavano liberalmente, per non dire con profusione, commenti ed encomii agli espositori, che, qualunque fosse il loro merito, presentavano titoli incomparabilmente inferiori a quelli di colui, di cui siamo per esporre gli illustri lavori, non una sola parola di lode attirò l'attenzione del pubblico sopra oggetti, la costruzione dei quali sarebbe parsa interessantissima, anche al più pigro e più incurante fra gli oziosi visitatori del palazzo di cristallo.

Fortunatamente per la causa della scienza e delle arti, e per quella della giustizia, non prevalse la stessa negligenza nelle persone eminenti a cui fu affidata la distribuzione degli onori. Esse distinsero ed apprezzarono i meriti del sig. Froment e con tutta giustizia gli accordarono, a voti unanimi, una medaglia di consiglio. Le autorità della sua patria vi aggiunsero la decorazione della Legione d'onore.

Se il sig. Froment avesse tanta ambizione di comparire personalmente come l'ha di raggiungere la perfezione nei suoi lavori avrebbe trasportato nel palazzo di cristallo parte delle belle macchine del suo lavoratojo di Parigi e avrebbe esposto non solo il suo teodolite ma benanco il processo di fabbricarlo. Se avesse fatto questo (e per fermo non gli sarebbe stato difficile), il suo posto alla Grande Esposizione avrebbe garreggiato nell'attirar gente anche col Koh-i-noor.

Le invenzioni ed i perfezionamenti introdotti dal sig. Froment nella costruzione degli strumenti di precisione e in genere degli apparati scientifici, non ponno vedersi più vantaggiosamente, nè apprezzarsi tanto altrove come in Parigi nel suo laboratojo. Non solo vi si vedono gli strumenti compiuti ed i meccanismi, ma per fino la loro applicazione pratica *alla costruzione l'uno dell'altro!* Vi si può vedere l'elettro-magnetismo usato, in una vasta scala, come forza motrice continua e regolare nella fabbricazione degli strumenti matematici ed ottici.

Le macchine elettro-motrici del sig. Froment, svariatissime di forma, di grandezza e di efficacia, derivano tuttavia la loro potenza motrice da un principio comune, che è il medesimo che fu applicato in certe specie di telegrafi elettro-magnetici.

IV.

Le proprietà delle calamite temporarie sono state esposte così compiutamente nel trattato sul *Telegrafo Elettrico* che ora basterà ricapitolare brevemente i principii fisici dai quali dipendono queste proprietà.

Se si fa passare una corrente voltaica in un circuito avvolto a spira intorno ad una spranga di ferro dolce, questo diverrà magnetico e durerà ad essere tale, finchè gli fluisce all'ingiro la corrente. Il destarsi in esso della potenza magnetica è simultaneo alla trasmissione della corrente. Non è graduato ma istantaneo. Nel medesimo istante in cui si trasmette la corrente il ferro acquista la virtù magnetica e l'intensità di questa non riceve aumento ulteriore.

La perdita della virtù magnetica, al sospendersi della corrente, è parimenti istantanea e completa. In quel momento in cui s'interrompe la corrente, il ferro cessa d'essere magnetico.

La sottigliezza del fluido, e la celerità con cui si propaga, sono tali che si può trasmetterlo o arrestarlo istantaneamente; per quanto poi sia breve l'intervallo fra i momenti della trasmissione e della sospensione, tuttavia, anche in questo intervallo esso impartirà al ferro la proprietà magnetica. Ciò è tanto vero, che si trova infatti che si può trasmettere e sospendere alternativamente la corrente cento ed anche mille volte in un minuto secondo, e in questi brevi intervalli il ferro acquista e perde la virtù magnetica.

La maniera con cui si fa circolare la corrente elettrica spiralmente attorno ad una spranga di ferro dolce, è la seguente: — Il filo metallico su cui si trasmette la corrente è rivestito di un filo di seta o di cotone il quale essendo un cattivo conduttore della elettricità, impedisce che il fluido sfugga lateralmente dimodochè esso scorre nel circuito metallico sotto quel rivestimento di fili, come l'acqua o l'aria circolerebbe in un tubo. Il conduttore così rivestito viene avvolto a spirale attorno ad una sbarra di ferro dolce che può essere o non essere curvata a ferro di cavallo nel modo indicato dalla figura 1. Quando un capo del filo venga posto in comunicazione col polo positivo e l'altro col polo negativo d'una batteria voltaica

la corrente vi sarà trasmessa e le sarà impedito di passare da un giro al contiguo dal filo di seta o di cotone frapposlovi. Per tutto il tempo che durerà la corrente, il ferro, qualunque ne sia la forma, sarà magnetico e uno dei suoi estremi godrà le proprietà del polo nord, l'altra del polo sud d'una calamità.

V.

Mediante un congegno, che può ricevere svariatissime forme, si può alternativamente trasmettere e sospendere la corrente con quanta rapidità si desideri; e, col variare la forza della batteria, il numero dei giri della spirale e le dimensioni della sbarra di ferro si può produrre una forza magnetica di qualsivoglia intensità.

Fig. 1.

Ad uno o ad entrambi i poli del magnete si presenta un pezzo di ferro, chiamato l'àncora o l'armatura, il quale ne viene attratto al trasmettersi della corrente, con un'energia proporzionata all'intensità del magnetismo; e al sospendersi della corrente, l'armatura o si stacca dal magnete per il proprio peso, o ne viene distolta dall'azione d'una molla, o di altro congegno meccanico a ciò destinato.

L'armatura può essere situata fra due magneti, su cui agisca alternativamente la corrente circolante attorno ad uno di essi, negli intervalli in cui è interrotta per l'altro, l'armatura oscillerà, avvicinandosi e scostandosi alternativamente dai magneti.

VI.

In tal maniera, sospendendo e trasmettendo alternativamente la corrente nel conduttore avvolto in giro all'elettro-magnete, si imprime al magnete ed alla sua armatura un movimento alternato di avvicinamento e di allontanamento, somigliante a quello dello stantuffo d'una macchina a vapore, o del piede d'una persona che muova il pedale di un tornio. Questo movimento alternativo si trasmuta in una rotazione continua cogli stessi congegni meccanici che si usano nell'applicazione di qualunque altra forza motrice.

L'energia con cui l'elettro-magnete e la sua armatura si attraggono a vicenda, misura la potenza della macchina elettro-motrice, appunto come la pressione del vapore sullo stantuffo, misura la po-

tenza d'una macchina a vapore. Questa energia dipende dalla qualità e dalla grandezza della pila voltaica che si è adoperata.

VII.

Le pile adoperate dal signor Froment pei generi di lavoro più leggieri, per es., per muovere le macchine di divisione degli archi graduati dei suoi strumenti astronomici e di osservazione, e delle scale microscopiche, sono circa ventiquattro coppie alla Daniel. I commutatori, i reometri ed i reotropi forniscono semplici mezzi di modificare indefinitamente la quantità, l'intensità e la direzione della corrente. Col solo girare in una direzione o in un'altra un indice od una leva, si può far cooperare all'azione quel numero di coppie che si desidera, cosicchè si può far agire sul momento una batteria di maggiore o minore intensità, fino al maggior limite del numero di coppie disponibili. Con un altro congegno, si ponno far comunicare tra loro gli elementi rame, di due o più coppie e contemporaneamente pure fra di loro, i rispettivi elementi zinco, e così tutta la pila, od una sua parte, si può far agire come una sola coppia di maggior superficie. Con un terzo congegno si può invertire ad arbitrio la direzione della corrente. Infine, mediante altri congegni altrettanto semplici che efficaci, si può portare la corrente sopra una data macchina, o dirigerla verso una data camera.

Le pile usate pei lavori più grevi, sono una modificazione di quelle a carbone di Bunsen, differendo da queste solo perchè vi si versa dell'acido solforico diluito tanto nel recipiente poroso contenente il carbone, quanto nel recipiente dov'è la lamina di zinco. Si evitano così le nocive esalazioni dell'acido nitrico, e sebbene la forza della batteria venga diminuita, è però ancora sufficiente per gli ufficj a cui è destinata:

VIII.

Le foggie di macchine elettro-motrici costruite dal signor Froment sono svariatissime. In alcune è fisso il magnete e mobile l'armatura; in altre sono mobili questa e quello.

In parecchie v'è un solo magnete ed una sola armatura. Allora l'azione è intermittente, come quella d'una macchina a vapore a semplice effetto, o come quella del piede che muova il pedale di un tornio, e la continuità dell'azione è, come in questi casi, mantenuta dall'inerzia d'un volante.

Altre volte vi sono combinati due elettro-magneti e due armature, e si regola la corrente in modo che comunichi con uno di essi negli intervalli in cui è interrotta per l'altro. Il modo di funzionare di queste macchine è analogo a quello delle macchine a vapore a doppio effetto, essendovi continua l'azione della potenza. Si può accrescere indefinitamente la forza di queste macchine combinando gli effetti di due o di più coppie di magneti.

Un'altra varietà di applicazione di questo principio di movimento, offre dell'analogia colle macchine rotatorie a vapore. Degli elettro-magneti sono fermati ad eguali distanze all'ingiro di una ruota, e la circonferenza di questa porta le rispettive armature ai corrispondenti intervalli. In tal caso gli intervalli di azione e di interruzione della corrente sono regolati di maniera che i magneti attraggono obliquamente le armature mentre queste si vanno avvicinando, e la corrente e quindi anche l'attrazione sono sospese nell'istante che si verifica il contatto. L'effetto risultante è che tutti i magneti esercitano forze tendenti tutte a far girare nel medesimo verso la ruota su cui stanno le armature, e la forza da cui questa è fatta girare equivale alla somma delle forze di tutti gli elettro-magneti che operano simultaneamente.

Queste macchine elettro-motrici rotatorie, sono svariatissime non solo di grandezza e di proporzioni, ma ben anco di forma. Per es., in alcune l'asse è orizzontale o la ruota gira in un piano verticale; in altre è verticale il primo e la seconda gira in un piano orizzontale. In alcune gli elettro-magneti sono fissi e le armature partecipano il movimento della ruota; in altre sono mobili queste e quelli. In alcune l'asse della ruota che porta le armature è anch'esso mobile, ed è fermato ad una manovella o ad un eccentrico. Allora la ruota gira internamente ad un'altra, il diametro della quale supera il suo del doppio della lunghezza della manovella, ed ha entro al cerchio di questa un movimento epicicloidale.

Ciascuna di queste maniere di applicazione degli elettro-magneti, così di recente introdotte negli usi dei meccanici e delle manifatture, presenta degli speciali vantaggi o delle convenienze che la rende preferibile per ufficii particolari.

IX.

Macchine elettro-motrici. — Per rendere più facile l'intelligenza di questa descrizione generale delle macchine elettro-motrici del signor Froment, vi aggiungeremo una spiegazione dettagliata di due delle più utili e più efficaci fra esse.

Nella macchina rappresentata dalla fig. 2, *a* e *b* sono i due bracci dell' elettro-magnete; *c d* è il pezzo trasversale che li riunisce in sostituzione della parte piegata a ferro di cavallo; *e f* è l'armatura compresa fra due punte alla sommità del braccio *a* (che ne impediscono le deviazioni laterali) e all' estremità *f* si congiunge alla leva *g h*, collegata mediante il regolo *i* ad un solo braccio che sporge dall'asse *k*. Quando la corrente circoli attorno all' elettro-magnete la leva *f* è tirata abbasso dall'attrazione del braccio *b* e trascina seco la leva *g h*, da cui vengono mossi parimenti all' ingiù *i* ed il corto braccio prominente dall'asse *k*. Al medesimo asse *k* è attaccato un braccio più lungo *m* che, per mezzo d' un regolo d' unione *n*, opera su di una manovella *o* e sopra un volante *v*. Quando la macchina è in azione, la leva *gh* e l'armatura *f*, che le è attaccata, riacquistano le loro posizioni per effetto del movimento del volante, dopo essere stata tratta all' ingiù. Quando venga chiusa di nuovo la corrente, l'armatura *f* e la leva *g h* sono ancora tratte al basso e ne conseguono i medesimi effetti. Così, la manovella *o* è mossa per una mezza rivoluzione dalla forza dell' elettro-magnete che agisce in *f*, e per l'altra mezza rivoluzione è trascinata avanti dal movimento del volante. Si sospende la corrente all' istante che la manovella *o* giunge al punto infimo della sua corsa, e la si ristabilisce quando ritorna al punto più alto della medesima. Dunque la manovella nella metà discendente del suo giro è mossa dalla forza del magnete e nella metà ascendente dal movimento del volante.

La fig. 3, presenta il congegno, chiamato *distributore*, con cui si attiva e si sospende alternativamente la corrente agli istanti opportuni: *y* esprime la sezione trasversale dell'asse del volante; *r* una molla tenuta costantemente a contatto con esso; *x* un eccentrico formato sul medesimo asse *y* o che ruota con esso ed *r'* un'altra molla simile ad *r*, su cui agisce l'eccentrico in modo di premerla contro l'asse *y* durante una metà della rivoluzione e di distaccarlo da questo, durante l'altra metà. Quando la molla *r'* preme sull'asse *y* la corrente è attivata; quando è distaccata dall'asse, la corrente è sospesa.

Fig. 3.

È evidente che l'azione di questa macchina sulla leva attaccata all'asse *k* è precisamente simile a quella del piede sul pedale di un tornio o di una ruota da filare, e siccome la forza impulsiva è intermittente, l'azione è ineguale, essendone maggiore la velocità durante il movimento di discesa della manovella *o* che durante il suo movimento di ascesa. Quantunque l'inerzia del volante diminuisca questa diseguaglianza, assorbendo parte della forza mo-

trice nella discesa e restituendola alla manovella nella salita, non può però distruggerla affatto.

Un'altra macchina elettro-motrice del signor Froment è rappresentata in alzato dalla fig. 4 e in projezione dalla fig. 5. Il vantaggio

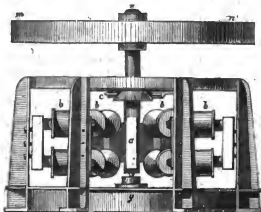



Fig. 4.

di questa è di produrre un movimento rotatorio perfettamente regolare, che può mantenere per parecchie ore senza alterazione sensibile.

Un tamburo, che ruota intorno ad un asse verticale *xy*, porta alla sua circonferenza otto spranghe di ferro dolce, *a*, poste a distanza eguale fra di loro. Queste sono attratte lateralmente e sempre nella medesima direzione dall'azione intermittente di sei elettro-magneti *b*, montati in un castello di ghisa di forma esagona, entro cui gira il tamburo. Le alternative di azione e di sospensione della corrente su questi magneti sono regolate in guisa che viene attivata per ciascuno di essi, nel momento che una delle sbarre *a* se gli avvicina, e cessa nel momento che questa comincia a discostarsi. Così l'attrazione accelera il movimento del tamburo all'avvicinarsi del pezzo *a* al magnete *b* e cessa di agire quando il primo arriva di fronte al secondo. L'azione di ciascuna delle sei forze impellenti su ciascuna delle otto spranghe di ferro dolce attaccate al tamburo, è quindi intermittente. Ad ogni giro del tamburo, ciascuna delle otto sbarre *a* riceve sei impulsi e perciò il tamburo stesso ne riceve quarant'otto. Supposto che il tamburo compia una rivoluzione in quattro minuti secondi, esso riceverà una serie di impulsi ad intervalli della dodi-

cesima parte d'un minuto secondo, cioè che in pratica equivale ad una forza continua.

Gli intervalli di intermittenza della corrente sono governati da un apparecchio semplice ed ingegnoso. Un disco metallico *c* è unito invariabilmente all'asse di rotazione. Il suo lembo si compone di sedici segmenti eguali, i quali sono alternativamente l'uno scoperto e l'altro rivestito di una sostanza isolante. Un cilindro metallico *h*, preme continuamente la superficie del disco, e vi trasmette la corrente. Tre altri cilindri metallici *e*, *f*, *g* premono contro il margine del disco e quando il disco ruoti vengono alternativamente in contatto coi segmenti conduttori e con quelli isolanti; quando toccano i segmenti conduttori, la corrente vi è trasmessa, quando toccano gli altri la corrente è interrotta.

Ciascuno dei tre cilindri *e*, *f*, *g*, è collegato da un filo conduttore coi fili conduttori di due elettro-calamite diametralmente opposte, come indica la fig. 5, cosicchè la corrente viene in questa maniera

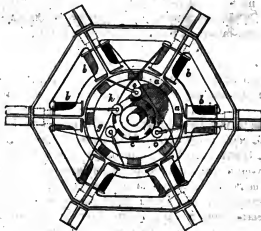



Fig. 5.

alternativamente attivata e sospesa intorno ai diversi elettro-magneti al passare dei segmenti conduttori e di quelli isolanti del disco in contatto dei cilindri *e*, *f* e *g*.

X.

Il signor Froment adottò alla sua macchina un regolatore che fa l'ufficio del moderatore di una macchina a vapore, mitigando la

forza quando l'azione della pila si fa troppo energica ed accrescendola quando diventi troppo fiacca.

Per suggerimento del signor Pouillet, fu aggiunto alla macchina un cerchio graduato *m n*, fig. 4, mediante il quale si ponno eseguire alcuni importanti sperimenti di fisica.

XI.

Fra tutti gli ufficii a cui è applicata questa forza motrice nell'officina del signor Froment, il più bello è quello di segnare le divisioni degli archi graduati e delle scale degli strumenti astronomici e geodetici e in genere degli strumenti di precisione. Le macchine che incidono quelle divisioni sono automatiche, ricevendo ciascuna il movimento da una macchina elettro-motrice di potenza e grandezza proporzionata.

L'arco che dev'essere diviso è fermato sopra una tavola orizzontale, a cui una fina vite imprime un moto progressivo lento ed intermittente. La vite poi è spinta ad intervalli da una ruota dentata. Il salisoendi che muove la ruota si può aggiustare in guisa da agire sopra uno, due o più denti ad ogni colpo e perciò a far muovere la tavola che sostiene l'arco per uno spazio più o meno grande, a norma dell'ampiezza delle divisioni da incidersi sulla scala. Superiormente all'arco da incidersi, si trova la punta o la lama che vi segna le divisioni che è di acciajo temprato o di diamante. Mentre la tavola che porta l'arco s'avanza, il coltello è alzato in modo da non toccarlo. Negli intervalli di sospensione del movimento, il coltello viene abbassato sull'arco, e premuto contro questo con forza sufficiente, vien mosso in direzione perpendicolare a quella del movimento della tavola ed in questa maniera incide la linea che vi marca la divisione. Così i movimenti dell'arco e del coltello sono alternati, restando fermo l'uno mentre l'altro è in moto. Il coltello è assicurato ad un albero che vien mosso dalla stessa manovella che agisce sulla ruota dentata, ma gli è connesso in maniera da riceverne l'azione alternata anzi descritta.

Mediante una disposizione congegnata in quest'albero, esso imprime al coltello un movimento più esteso ad ogni decimo colpo della ruota, e così si ottiene che ogni decima divisione tracciata dal coltello sull'arco, sia distinta dalle divisioni intermedie mediante una linea più lunga.

Qualche volta entrambi i movimenti suddetti vengono impressi al coltello, rimanendo fermo l'arco su cui devono incidere le divisioni.

Allora si imprimono al coltello alternativamente due movimenti, uno che lo trasporta da una divisione alla successiva, rimanendo intanto sollevato al dissopra dell'arco, e l'altro in direzione perpendicolare a questo, durante il quale essendo premuto contro l'arco, vi fa l' incisione che segna la divisione.

Questi strumenti di divisione variano di forma e di grandezza secondo l' ufficio a cui sono applicate.

Quelli adoperati per incidere le divisioni sui gonimetri dei teodoliti e di altri strumenti delle specie più grandi, consistono in una tavola metallica circolare solidamente costrutta e di opportuna grandezza che vien fatta girare nel proprio piano, attorno al centro, da una vite assai fina che ingrana in denti formati all' orlo della tavola medesima. Le cose sono disposte in maniera che l' arco circolare da dividersi può essere assicurato alla tavola, in modo di esserle esattamente concentrico e di ruotare con essa. Il coltello può scorrere lungo un regolo steso sulla tavola parallelamente ad essa. Per questo modo, il coltello si può disporre a qualsivoglia distanza dal centro della tavola in guisa da corrispondere ad un arco circolare di qualunque grandezza che non ecceda quella della tavola.

Nell'operazione di incidere le divisioni, la vite ed il coltello vengono mossi alternativamente da un meccanismo che funziona da sè, il quale deriva il suo movimento dalla macchina elettro-motrice che mena tutto l'apparato dell'officina. La vite è aggiustata in maniera che ad ogni spinta ch' essa dà alla tavola, l'arco da incidersi è spostato sotto al coltello (che intanto rimane sollevato per modo di non toccarlo) di uno spazio eguale all' intervallo fra due divisioni prossime. Allora la vite si arresta, e restando fermo l' arco, il coltello viene abbassato e vi è fatto scorrere sopra per uno spazio eguale in lunghezza alla linea da incidersi, questa linea vi è in conseguenza tracciata. Il coltello è poi rialzato, l'arco è spinto innanzi di nuovo dalla vite, e così di seguito.

In questo caso le divisioni che segnano i gradi sono distinte dalle intermedie che marcano i minuti per mezzo di linee più lunghe, essendosi prese a ciò le opportune disposizioni nel roteggio da cui dipende il movimento del coltello.

XII.

Tutte queste macchine funzionano da sè. Una volta che l' arco o la scala da dividersi siano posti sulla tavola della macchina di divisione, non c' è più bisogno dell'opera dell'uomo. La macchina co-

minicia da sè il suo lavoro all'ora, al minuto ed al secondo prestabilito, e quando sia incisa l'ultima divisione della scala, essa, non solo sospende il lavoro, ma arresta ben anco l'azione della macchina elettro-motrice da cui è mossa. Queste combinazioni automatiche non si devono riguardare come pure superfluità meccaniche di cui è prodiga l'inesauribile fecondità d'invenzione che caratterizza il genio del signor Froment; esse sono di grande utilità ed importanza pratica. Accade, per es., che in queste delicate operazioni, il tremito prodotto nel terreno su cui si eleva l'officina, dal movimento dei veicoli di trasporto nelle contrade contigue, influisce sensibilmente sul movimento del bulino. Si preferisce quindi, di eseguir i lavori più delicati nella tranquillità della notte. Ora, il congegno automatico suddescritto, permette di far questo, senza bisogno della particolare sorveglianza di un soprintendente. Un orologio, fornito di un apparecchio costruito sopra un principio simile a quello d'una sveglia comune, è in connessione meccanica colla macchina di divisione, per modo che può porre in azione la macchina ad un'ora determinata. Fatto questo, e fermato l'arco da dividersi sulla tavola dissotto al coltello, si può abbandonare l'apparato a sè stesso, il sovrintendente può andare a dormire, che a quell'ora fissata della notte, la macchina elettro-motrice verrà posta in azione dall'orologio, e la macchina di divisione comincierà, continuerà e compirà il suo lavoro colla più meravigliosa sicurezza e precisione, e quando questo sia finito, verrà arrestata la macchina elettro-motrice e tutto si ridurrà in quiete.

La grandezza delle macchine di divisione per le scale microscopiche è di circa 8 pollici di lunghezza, 6 di larghezza e 4 di altezza. La grandezza della macchina elettro-motrice necessaria per farla agire, non eccede 4 pollici quadrati di base e 3 pollici d'altezza.

È appena necessario l'osservare che le specie più minute di queste scale non si ponno vedere che coll'ajuto di un microscopio di forte ingrandimento. Ciò che si capirà facilmente, ove si rifletta che sulla lunghezza d'un pollice vi sono, nelle scale più minute, 2500 divisioni. Tuttavia, la precisione del lavoro è tale che, osservandole con un microscopio di sufficente ingrandimento, le linee presentano la più perfetta uniformità e regolarità.

XIII.

Fra le invenzioni del sig. Froment, che si ponno vedere a funzionare nel suo stabilimento, vi sono due telegrafi elettrici, di cui uno trasmette i dispacci col far sì che un operatore possa dirigere

ad una data stazione un indice mobile sopra un quadrante, verso una qualsivoglia delle lettere dell'alfabeto, che si trovano incise all'intorno di quel quadrante, come i numeri delle ore sulla mostra d'un orologio. L'ufficiale scrivente ha dinnanzi a sè una fila di tasti simile a quella d'un pianoforte, (fig. 6), sui quali sono incise le lettere

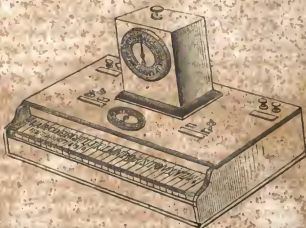



Fig. 6. *Telegrafo alfabetico di Froment.*

dell'alfabeto. Quando egli prema il tasto su cui è incisa una data lettera, l'indice della mostra, a quella lontana stazione con cui esso comunica, si mette a girare e si arresta quando additi la medesima lettera. In questo modo si trasmette il dispaccio, indicando successivamente le lettere che compongono ciascuna delle sue parole.

Il meccanismo che serve a questo scopo è descritto distesamente nel trattato sul *Telegrafo Elettrico.*

Nel laboratorio del sig. Froment, si può vedere in azione anche un'altra foggia di telegrafo elettrico che scrive il dispaccio trasmesso; (fig. 7).

In questo strumento si trasmette il dispaccio premendo successivamente un tasto col dito, e tenendo il tasto abbassato per un tempo più o meno lungo, come allorquando un pianista vuol produrre note di maggiore o minore lunghezza. Diversi segni di lunghezza corrispondente vengono fatti alla stazione distante da un pennello sopra una carta che intanto gli scorre sotto per mezzo di un opportuno congegno. Anche la descrizione di questo telegrafo si trova nel trattato sul *Telegrafo Elettrico.*

XIV.

Altro prodotto dell'ingegno meccanico di questo artista, che si può vedere nel suo laboratorio, è che se non il più utile è però certo il più sorprendente e per molti il più incomprensibile, è la sua scrittura microscopica, di cui parleremo nel *Trattato dei disegni e delle incisioni microscopiche*. Da quell'articolo riproduciamo qui un saggio di questo mirabile risultato, nella figura 8, scritta nel palazzo di Cristallo nel 1851, entro uno spazio circolare avente il diametro $\frac{1}{50}$ di pollice.

I dettagli della maniera di eseguire queste scritture microscopiche non vennero ancora publicati, ma crediamo che l'autore stia preparando su tale argomento una memoria da presentarsi all'Accademia delle Scienze.

XV.

Non possiamo chiudere questo breve cenno dell'applicazione dei motori elettrici senza ricordarne la rimarchevole applicazione ai cronometri, della quale si possono vedere esempi in molti luoghi.

È facile a spiegarsi il principio generale di questa bella applicazione della scienza fisica all'economia della vita.

La lancetta dell'orologio non si muove uniformemente, ma per una successione di sbalzi, ciò che si può verificare di leggieri nella

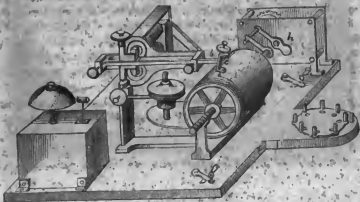



Fig. 7. *Telegrafo scrivente di Froment.*

lancetta dei secondi di un orologio. Anche quelle dei minuti e delle ore seguono un simile moto ad intermittenze, ma il loro movimento di secondo in secondo, è così piccolo che sfugge all'occhio.

Ora da quanto si è esposto indietro, sarà evidente che si può imprimere un tal movimento all'àncora d'una calamita temporaria coll'alternativo trasmettersi e sospendersi della corrente. Basta, dunque, trovar mezzo di trasmettere e sospendere alternativamente la corrente, con regolarità cronometrica, per esempio, in modo che gli intervalli di trasmissione e di sospensione sieno esattamente di un secondo di tempo, perchè il movimento dell'àncora, si operi colla stessa regolarità cronometrica, ad intervalli di un minuto secondo. È quindi manifesto che ponendo in connessione l'àncora, mossa in questa maniera con un castello da orologio opportunamente costrutto, quella potrà servire a far muovere le lancette del cronometro.

Fig. 8. *Apparenza offerta dal campo del microscopio, il circolo esterno non ha che $\frac{1}{50}$ di pollice di diametro.*

È pur chiaro che la stessa corrente a regolari intermittenze, si può trasmettere a qualunque numero di cronometri, comunque distanti fra di loro, per mezzo di fili conduttori simili a quelli delle linee telegrafiche; e siccome la lunghezza di questi fili intermedii non influisce sulla loro capacità di trasmissione, ne consegue che

una stessa corrente può imprimere simultaneamente un movimento cronometrico di perfetta regolarità a tutti gli orologi sparsi su di un vasto paese.

Resta a vedersi come si possa ottenere questa regolarità d'intermittenza nella corrente. Questo si ottiene coll'ovvio espediente di porre in connessione il commutatore, dal movimento del quale la corrente è alternativamente trasmessa e sospesa, con un cronometro ben regolato, il pendolo del quale, allora trasmette e sospende alternativamente la corrente.

Fra le numerose applicazioni della forza elettrica che si vedono nell'officina del sig. Froment, vi è una serie di orologi elettrici costrutti, press'a poco, sul principio suesposto. Il movimento di ciascun orologio viene mantenuto da un piccolo peso, alternativamente alzato ed abbassato sopra un appendice del pendolo da un contrappeso di ferro il quale è esso pure attirato e svincolato da un elettro-magnete, ogni qualvolta l'appendice, per il suo contatto col peso, apre e chiude il circuito voltaico, o, ciò che torna lo stesso, trasmette e sospende la corrente.

Il moto dell'orologio è mantenuto da un peso costante, senza attrito e senza applicazione di olio, con gran regolarità, intanto che la corrente elettrica, che vi è trasmessa negli intervalli di ogni oscillazione, trasmette a distanza le indicazioni cronometriche sopra una serie di mostre, le cui lancette sono mosse da un meccanismo analogo a quello che muove l'indice di un telegrafo elettrico della specie di quelli usati sulle ferrovie del continente.

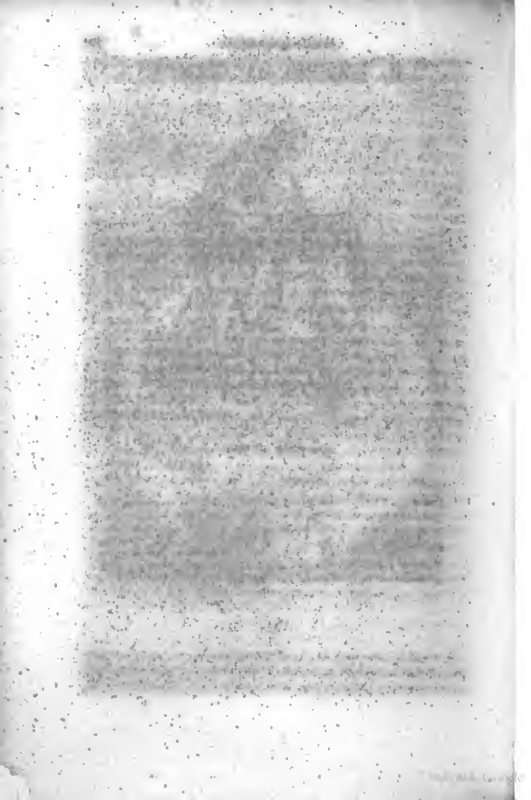
Prof. R. Ferrini.

IL TORCHIO DA STAMPA

Fig. 2.

Capitolo primo.

I. I perfezionamenti dell' arte della stampa non furono promossi dai letterati e dagli scenziati. — II. Significato generale della parola stampare. — III. Stampa per mezzo di modelli in rilievo. — IV. Maniera di intagliare la forma. — V. Antichità di quest' arte. — VI. Invenzione dei tipi mobili. — VII. Utilità dei tipi mobili per stampare successivamente dei libri o delle parti di un libro. — VIII. Processo dello stampare. — IX. Composizione. — X. Quadrati. — XI. Ufficio del telaio. — XII. Metter sopra. — XIII. Lettura e correzione. — XIV. Successive operazioni per stampare. — XV. Dare la tinta. — XVI. Rulli dell' inchiostro. — XVII. Torchio di Stanhope. — XVIII. Macchine da stampare. — XIX. Loro descrizione generale. — XX. Macchine da stampa semplici. — XXI. Macchina da stampa a doppia azione. — XXII. Prospettiva e descrizione della macchina da stampa doppia azione di Applegath e Cowper.

I.

È un fatto rimarchevole che la stampa, che ha sorpassato di tanto tutte le altre arti nell' influenza esercitata sull' avanzamento delle cognizioni e sul progresso del genere umano, non debba quasi nulla

a quella classe di persone che fa professione di dedicarsi alle lettere ed alle scienze ed a cui ha pur reso i servigi più segnalati.

II.

Nel senso più generale, si chiama stampa qualunque processo artistico per cui si moltiplicano indefinitamente le stesse figure o gli stessi caratteri imprimendo ripetutamente e successivamente la superficie su cui sono formati sulla superficie dove si vogliono riportare. Così gli stampatori di tela, trasportano le stesse figure con rapida successione su differenti pezze di stoffa, e sulle differenti parti d'una medesima pezza, mediante forme o cilindri su cui sono formate quelle figure in *rilievo* od in *intaglio* cioè con tratti sporgenti od incavati. In questo caso le forme od i cilindri, previamente intinti di una materia colorante, vengono premuti successivamente contro la superficie della pezza da stamparsi. Nella stampa delle incisioni in rame od in acciaio, il disegno è prodotto dall'incisore col mezzo di linee tracciate sulla superficie d'una lamina di rame o d'acciaio col bulino. Riempiute queste linee d'inchiostro di stampa, e pulite diligentemente tutte le altre parti, la lamina viene fortemente premuta contro la carta per mezzo di un torchio a ciò appositamente costrutto. La carta, previamente inumidita, assorbe l'inchiostro dalle linee a cui fu applicato, ed offre dopo la compressione, una copia perfetta dell'incisione, le linee intagliate nella lamina essendo sulla carta riprodotte da corrispondenti linee in inchiostro.

III.

Nell'incisione in legno, e nell'ordinaria stampa dei libri, l'originale da cui si fanno le impressioni è in rilievo, si ha un modello in rilievo della pagina da stamparsi formato di un metallo che si chiama *metallo pei tipi* e che consiste di piombo che si è indurito allegandovi una piccola dose di antimonio. La sua superficie tinta di una sostanza colorante detta *inchiostro da stampa* viene premuta contro la carta, e si produce così un *fac-simile* dell'originale in rilievo.

IV.

Nei più antichi e più rozzi tentativi di stampa, si attaccava una pagina manoscritta alla superficie d'un pezzo di legno, che si intagliava poi in rilievo corrispondentemente ai caratteri del manoscritto.

L' impressione ottenuta in questa maniera era necessariamente un *fac-simile*, più o meno accurato di quel manoscritto.

V.

Questa maniera di stampare, mediante pezzi di legno o di metallo intagliati in rilievo, è l' esempio più antico che si ricordi dell' attuazione pratica di un arte la quale, col perfezionarsi, esercitò un influenza importantissima sull'incivilimento. Secondo alcuni autorevoli antiquarii, l'arte di produrre dei caratteri in questa maniera si può far datare perfino della fondazione di Babilonia. I caratteri scoperti sui mattoni, raccolti sulla supposta sede di questa città, furono indubbiamente stampati nel modo anzidescritto. Si posseggono delle stampe di metallo, con parole intagliate in rilievo, di cui si valevano i Romani per segnare i loro varii articoli di commercio. Se in quei tempi remoti si fosse conosciuta l' arte moderna di fabbricare la carta, è assai probabile che l'arte di stampare libri avrebbe datato da un epoca di molto anteriore a quella del suo effettivo principio perchè, si sarebbero potuto stampare dei libri precisamente collo stesso genere di impressioni con cui i mercatanti romani marcavano le loro merci, e le incisioni che adornavano gli scudi e le patere dei tempi antichi, coll' aiuto della carta avrebbero diffusa per tutto il mondo l' intelligenza di Grecia e d' Italia.

Secondo Du-Halde ed alcuni missionarii, l' arte di stampare con esemplari intagliati in rilievo era praticata in China cinquant' anni prima dell' Era Cristiana; e nelle più antiche relazioni commerciali dei Veneziani con quel paese, vi è motivo di credere che la conoscenza di quest'arte applicata alla moltiplicazione dei libri, sia derivata di colà, perchè Venezia è il primo sito in Europa dove si ricordi che sia stata messa in pratica.

Dapprima la si applicava alla produzione di carte da giuoco e di stampe religiose, e quando la si estese per la prima volta a produrre dei libri, questi si stampavano intagliando ciascuna pagina su di un pezzo separato. Questo processo di intagliare i caratteri in rilievo, che probabilmente si eseguiva attaccando il manoscritto alla superficie del pezzo e incidendolo andando dietro al manoscritto, offre una spiegazione facile ed ovvia della diversità di caratteri che si osserva nei libri antichi stampati con simili modelli, e spiega la gran somiglianza che esiste fra i libri stampati in questa maniera ed i manoscritti. La somiglianza cresceva anche perchè non si stampava che su di una faccia sola della carta e si toglievano le inca-

vature prodottevi dalla pressione col brunire la faccia posteriore. Si impastavano poi insieme due fogli e si otteneva un *fac-simile* del manoscritto così perfetto, che anche oggidì ci vuole molto discernimento e molta abilità chimica per distinguere siffatti libri dai veri manoscritti; e siccome non portano nè il nome dello stampatore, nè la data, nè il luogo, è impossibile di sapere da chi, quando o dove sieno stati fatti. La prima introduzione dell'arte della stampa si riduceva alla fabbricazione di questi pseudo-manoscritti.

VI.

Tipi movibili. — Circa la metà del secolo decimoquinto l'arte di stampare in questa rozza maniera si estese notevolmente; ma siccome per ogni opera si richiedeva un esemplare separato di ciascuna pagina, e gli esemplari di un opera erano completamente inutili per un altra, gli stampatori sentirono in breve l'inconveniente di doversi provvedere di tante collezioni di modelli per non dir nulla della spesa di farli intagliare. Essi furono dunque stimolati a cercare dei mezzi meno costosi e meno incomodi, di produrre gli esemplari in rilievo delle pagine e tali che il materiale del modello di una pagina si potesse poi adoperare per formare i modelli di altre pagine. La scoperta dei mezzi di conseguire questo fine coi tipi movibili segna l'epoca più importante della storia della stampa e talvolta anche la si riguarda su tutti gli aspetti essenziali, come la stessa invenzione della stampa. Dopo aver subiti diversi perfezionamenti, si ridusse alla produzione di modelli in rilievo delle lettere dell'alfabeto, formati all'estremità di piccole sbarre di metallo, le quali scelte oportunamente e collocate in contiguità le une alle altre formano le parole e le lettere di una pagina. Tali sono i *tipi* dei moderni stampatori.

Due città, Haarlem e Mentz si disputarono l'onore dell'invenzione dei tipi movibili. I titoli di Haarlem si fondano specialmente sopra un racconto circostanziato di Adriano Giunio fatto sulla testimonianza di un Cornelio, citato come servo di Lorenzo Coster, il quale pretende a quell'invenzione. I titoli di Mentz, che sembrano più concludenti, sono in favore di Pietro Schæffer (1), collega e genero di Giovanni Faust, meglio conosciuto col nome di dottor Fausto. La prima edizione del *Speculum humanæ salvationis*, fu stampata da Coster ad Haarlem, circa il 1440, ed è una delle più antiche produzioni della stampa di cui si conosca lo stampatore. La celebre Bibbia, conosciuta comunemente col nome di Bibbia di Mentz, senza

(1) Comunemente conosciuto col nome di Gutenberg.

data, è il primo esemplare importante stampato con tipi mobili. Esso fu eseguito da Gutenberg e Faust, o Fust, secondo si computa comunemente, tra l'anno 1450 ed il 1455. Conosciuto poi il segreto di questo metodo, si stabilirono prontamente delle stamperie in tutti i paesi d'Europa, cosicchè prima del 1500 vi erano stamperie in più di 220 luoghi differenti in Austria, Baviera, Boemia, Calabria, nel Cremonese, in Danimarca, Fiandra, Francia, Franconia, nel Friuli, a Genova, in Germania, Inghilterra, Lombardia, nel Meclemburgo, in Moravia, nel Napoletano, in Olanda, nel Palatinato, in Piemonte, Polonia, Portogallo, Roma, Sardegna, Sassonia alta e bassa, Sicilia, Slesia, Spagna, Svezia, Svizzera, Tessalonica, Turchia, Toscana, Tirolo, Ungheria, Venezia, Verona, Vestfalia, Wurtemberg, ecc.

Questa vasta e rapida diffusione dell'arte, e insieme la destrezza che vi spiegarono i primi stampatori, sembrano affatto incompatibili colla data che si assegna all'invenzione, ed è molto più probabile, che quell'arte dopo essere stata a lungo praticata privatamente con continui esperimenti segreti, alla fine siasi resa pubblica quando già aveva raggiunto un grado notevole di perfezione.

VII.

Formata che sia una pagina d'un libro con una opportuna combinazione dei tipi, e tiratone colla stampa un numero sufficiente di copie, i tipi che la formano si svincolano fra loro, si separano e si adoperano per formare altre pagine di quello o di un altro libro. Così, mentre che nei primi tentativi di stampa, ogni modello di lettera in rilievo non si poteva far servire ad altro che alla stampa di quel libro, per cui era stato formato, il tipo di ciascuna lettera nella stampa con caratteri movibili si trasporta di pagina in pagina e viene adoperato a stampare successivamente un numero indefinito di pagine di quella o di un altra opera.

VIII.

Il processo dello stampare poi consiste in una certa serie di operazioni, la prima delle quali è di mettere insieme i tipi in modo di formare le linee e le pagine: la seconda di porre insieme le pagine in maniera che quando sieno stampate sopra dei fogli e questi fogli sieno piegati, esse abbiano a succedersi nell'ordine conveniente. Le operazioni susseguenti di piegare i fogli, cucirli e combinarli assieme in modo di formarne un volume, spettano al legatore di libri.

IX.

Composizione. — L'operazione di mettere insieme i tipi si chiama *comporre* e la persona che la compie dicesi *compositore.* Questi sta in piedi innanzi ad una scrivania inclinata, che si vede nella prospettiva della camera di composizione, fig. 1; questa è divisa in un certo numero di cassette di grandezze differenti, AB, in ciascuna delle quali si contiene un certo numero di tipi di una lettera particolare. Coll'esercizio egli impara a porre senza esitanza la mano su quel compartimento che contiene la lettera di cui ha bisogno e senza distogliere l'occhio dal manoscritto che si tiene davanti. Colla sinistra tiene uno strumento detto il *compositorio,* formato in modo da ricevere i tipi successivamente giustaposti, finchè ve ne siano contenuti nel numero occorrente a formate una intera linea, e dopo di questa ne compone un altra linea precisamente collo stesso modo, e così di seguito una linea dopo l'altra fino alla formazione di una pagina completa. Gli spazii che si lasciano fra due parole contigue sono fatti inserendovi delle piccole sbarre, che si chiamano *quadratini,* simili a quelle dei tipi, ma che non portano le lettere gittate alla loro estremità e gli spazii fra una linea e l'altra si formano coll'inserire delle sottili lamine metalliche che si chiamano *interlinee.* Quando le linee sono notevolmente separate l'una dall'altra, si vuol dire che sono « spazieggiate ». Quando è composta una pagina il compositore vi avvolge attorno una corda, che si chiama *corda della pagina,* affine di tenere insieme per il momento i tipi che la costituiscono, e messa là in disparte, procede a formarne un altra e così di seguito.

X.

Siccome tutte le linee di una stessa pagina devono avere di necessità una lunghezza eguale, sia che i tipi che la compongono riempiano quella lunghezza, sia che non la riempiano, gli spazii deficienti vengono riempiuti per mezzo dei così detti *spazii fini* situati ai punti più convenienti fra le parole.

Similmente le parti in bianco delle ultime linee dei paragrafi si colmano coi quadrati.

XI.

Quando si sono composte a questo modo le pagine di una delle facciate di un foglio le si pongono nelle divisioni di una forma di

ferro detta il *telajo*, CD, parecchie delle quali sono rappresentate nella veduta della camera di composizione, figura 1. La forma e il modo di divisione di questi telai variano, com'è naturale, a seconda

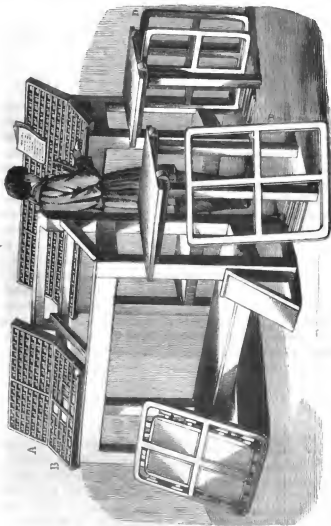



Fig. 1. — *Camera dei compositori.*

della grandezza e del numero delle pagine contenute in un foglio. Il numero delle pagine che abbiamo ritenute composte e disposte nel telajo è quello che occorre a riempire una delle faccie del foglio.

Un egual numero di pagine, che sono quelle destinate a riempire l'altra faccia, sono poi composte e collocate similmente in un altro telajo.

XII.

Metter su. — L'operazione di disporre le pagine del telajo si chiama *metter su.*

XIII.

Lettori e correttori. — Quando sono messe su le pagine che compongono ciascuna faccia di uno stesso foglio, e i tipi sono fermamente assicurati nel telajo per mezzo di cùnei adattati, i telai si portano sotto un torchio da stampa, che descriveremo fra poco, e se ne ricava una sola impressione che si chiama la *prima bozza* o la *prima prova*: questa piegata convenientemente, viene consegnata ad una persona detta il « *lettore* » che è sempre assistita da un garzone che sappia leggere il manoscritto. Intanto che il garzone legge il manoscritto il « *lettore* » gli tien dietro sulla bozza, che esamina diligentemente e su cui nota gli errori fatti dal compositore. Le bozze vengono allora rimandate al compositore il quale corregge gli errori indicatigli dal lettore, e se ne cava una seconda impressione più accurata e generalmente su carta migliore. Questa, che si chiama la *bella prova*, è esaminata di nuovo dal lettore per verificare se il compositore abbia corretti gli errori prima indicati, e se sono tutti corretti, si manda la bozza all'autore. Nelle bozze mandate all'autore dalle buone stamperie non vi sono che pochi o nessun errori, e quelli che egli corregge sono per lo più errori che gli erano sfuggiti nel manoscritto, o correzioni di espressioni che gli si suggeriscono intanto che rivede il foglio.

XIV.

Quando il foglio è corretto dall'autore, si colloca sopra una tavola orizzontale la forma da stamparsi colla superficie dei tipi volta in sù, e si eseguiscono le operazioni seguenti: — 1°. Si dà l'inchiostro da stampa alla superficie dei tipi con tale uniformità che non abbiano ad apparire macchie o diseguaglianze nello stampato — 2°. Si colloca il foglio di carta sulla forma in modo che abbia a riceverne l'impressione dei tipi nella posizione conveniente e nel suo mezzo. — 3°. Questa carta è premuta contro i tipi con forza sufficiente perchè possa riceverne l'impressione dei caratteri, ma però non tanta

da far sì che i tipi penetrino o guastino la carta. — 4°, infine si ritira la carta stampata dai tipi e la si pone sopra una tavola dove si raccolgono i fogli stampati.

XV.

Dare la tinta. — Queste operazioni vengono compiute da due individui, di cui uno dà l'inchiostro ai caratteri e l'altro stampa. Il primo, secondo il metodo antico, era provveduto di due voluminose palle da inchiostro, di forma sferica e del diametro di quasi dodici pollici fatte d'una soffice sostanza nera somigliante ad un cuojo. Egli le scuoteva con destrezza, le percuoteva leggiermente contro una tavola spalmata di inchiostro e poi con entrambe le mani le applicava alla superficie dei tipi finchè questi erano completamente caricati d'inchiostro. Fatto ciò, l'altro operajo — lo stampatore — che aveva preparato il foglio di carta in tanto che si dava la tinta ai caratteri, lo posava sui tipi, lo spingeva sotto al torchio, e con un forte colpo al manubrio esercitava la pressione necessaria perchè la carta avesse a riceverne l'impressione dei tipi. Con un movimento contrario dell'apparecchio si ritiravano i tipi di sotto al torchio, e lo stampatore, levandone il foglio appena stampato, lo deponeva sopra una tavola vicina. Si ripeteva ancora la stessa serie di operazioni per stampare un secondo foglio, e così si continuava. In questa maniera due individui iu una ordinaria stamperia di libri, stampavano di solito da una parte sola circa duecento cinquanta fogli all'ora (1).

XVI.

Rulli dell'inchiostro. — Uno dei primi perfezionamenti introdotti in questo apparecchio fu l'aver sostituito un rullo cilindrico alle palle dell'inchiostro. Il rullo era fornito di impugnature di modo che l'operajo incaricato di dare la tinta ai tipi, lo rotolava prima sopra una superficie piana tinta d'inchiostro, e dopo averlo così caricato, lo applicava alla forma dei tipi, su cui lo rotolava in simil modo, trasportando così l'inchiostro dal rullo alla superficie dei tipi. La sostituzione di questi rulli d'inchiostro alle palle da inchiostro, fu uno dei passi più importanti nell'attuale perfezionamento dell'arte della stampa. I rulli si facevano di melassa e colla forte e rassomigliavano molto al caoutchouc nell'aspetto e nelle qualità.

(1) Questa cifra sembra alquanto esagerata mentre coi torchi moderni perfezionati si hanno al più 200 fogli all'ora.

XVII.

Torchio di Stanhope. L'apparecchio con cui eseguire queste operazioni subì coll'andare degli anni svariatissimi perfezionamenti di

Fig. 3. — *Torchio di Stanhope.*

forma, ed una fra le più celebri e più universalmente adottate, essendo dovuta al genio inventivo del Conte Stanhope, ne conservò

il nome, ed è conosciuta col nome di torchio di Stanhope. Questa macchina che nella sua forma generale somiglia a tutti gli altri torchi perfezionati, e perciò può servire di esempio generale dei torchi a mano, è rappresentata dalla fig. 3. Le due parti principali della macchina sono: *primo* quella che produce la pressione, *secondo* quella che sostiene la carta.

La prima è una massiccia impalcatura di ghisa, fatta d'un pezzo solo, alla cui parte superiore vi è una chiocciola; una vite che si muove entro a questa agisce colla sua punta sulla parte superiore di un pezzo scorrevole entro una scanalatura a coda di rondine praticata in due sbarre verticali dell'armatura. Alla parte inferiore del pezzo scorrevole è attaccata una tavola quadrata, detta la piattaforma che viene innalzata od abbassata secondo che si gira la vite in una direzione o nell'altra. Il peso della piattaforma A, fig. 3, e del pezzo scorrevole, il quale è rilevante, viene equilibrato da un grave, C, sospeso ad una leva dietro al torchio. La tavola piana, denominata il *carro*, su cui si appoggia la forma dei tipi è fatta muovere innanzi e indietro da una manovella che si vede nella fig. 3. Per mezzo di questa manovella e dell'asta dentata o della correggia con cui è connessa, lo stampatore può far scorrere alternativamente innanzi e indietro il carro col telajo dei tipi, in modo di portarli sotto alla piattaforma e di ritornarli al posto di prima quando hanno subìto la pressione. Alla piattaforma si fa esercitare la pressione mediante una leva, chiamata *leva a gomito*, che è un ordigno di frequente adoperato nelle arti quando si tratti di produrre una pressione considerevole entro uno spazio assai limitato. Sarà facile l'intendere l'effetto meccanico di questa specie di leve osservando la fig. 4: AB

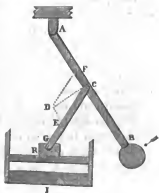



Fig. 4.

esprime un regolo di metallo avente il punto di appoggio fisso in A intorno a cui può muoversi: un altro regolo GC si congiunge con essa in un punto C intermedio fra A e B. Questo regolo CG si attacca in G ad un pezzo R od a qualunque altro oggetto su cui si voglia trasmettere una forza intensa che operi entro uno spazio assai limitato, come succede nel caso attuale in cui la carta deve essere premuta contro i tipi da un piano mosso da una forza repentina ed energica. Il manubrio B della leva, mosso nella direzione segnata

dalla freccia, esercita una pressione corrispondente sul punto C, che ne viene spinto nella direzione CD perpendicolare ad AB. Secondo la teoria del parallelogrammo delle forze, si può scomporre questa CD in due: una nella direzione CE e l'altra nella CF; quest'ultima esercita una pressione sul punto fisso A e l'altra opera sul pezzo R, mediante la giuntura G, forzandolo a discendere. Mentre la giuntura C si abbassa, l'angolo ACG va facendosi sempre più ottuso, e la componente CE della forza applicata in B cresce rapidamente in confronto di questa forza, di modo che quando le linee AC e CG sono quasi per diritto fra di loro, la pressione esercitata in B è aumentata in G in una proporzione quasi infinita.

Nel manovrare il torchio, lo stampatore mette un foglio di carta da stamparsi sul telajo F, che si chiama il *timpano*, dove è tenuto in posto col ripiegare su di esso il telajo G che contiene delle correggie o delle corde corrispondenti agli spazii vuoti fra le pagine del foglio. Intanto che lo stampatore eseguisce queste operazioni, il suo ajutante dà la tinta ai caratteri con un rullo, come si vede nella fig. 3. Fatto questo, lo stampatore ripiega il timpano, che contiene la carta, sui tipi, e poi, girando la manovella, fa avanzare il carro col telajo dei tipi fin sotto alla piattaforma e applicando poi la mano al manubrio, che si trova superiormente a lui, preme all'ingiù la piattaforma sul timpano che contiene la carta, e mediante la leva a gomito produce una pressione repentina ed energica per cui la carta riceve l'impronta dei tipi. Movendo poi il manubrio nel verso contrario solleva la piattaforma dei tipi e volgendo la manovella sottrae il carro coi tipi di sotto al piatto. Allora lo stampatore toglie il timpano dai tipi e levandone il foglio stampato, vi sostituisce un foglio bianco fresco, su cui ripiega come prima il telajo: e frattanto l'ajutante tinge nuovamente i tipi e ripetute le stesse operazioni si stampa un altro foglio e così via.

XVIII.

Macchine da stampare. — I torchi da stampa che servirono alla pubblicazione delle opere per parecchie centinaja d'anni, durante i quali non ricevettero che quei perfezionamenti che si ponno riguardare come pure modificazioni di dettaglio nel loro meccanismo, furono quasi interamente surrogati da macchine di potenza assai maggiore e di più perfezionati principi di costruzione. Sebbene queste macchine ammirabili differiscano l'una dall'altra nei dettagli del

loro meccanismo, a seconda delle circostanze in cui sono adoperate, e della potenza che si vuole che esercitino, tuttavia sono caratterizzate da alcuni lineamenti comuni.

XIX.

La forma da stamparsi si colloca nella solita maniera su di una tavola perfettamente orizzontale, colla superficie dei tipi volta in alto; e sulla stessa tavola, giustaposta alla forma ed a livello colla superficie dei tipi, o quasi a livello, è posta una lastra di marmo spalmata di uno strato sottile e perfettamente regolare d'inchiostro da stampa: questa tavola che sostiene la forma e la pietra dell'inchiostro viene mossa da un'opportuno congegno orizzontalmente da destra a sinistra alternativamente per un tratto di poco maggiore della lunghezza della forma.

Superiormente alla forma ed alla pietra sono disposti, pure in giustaposizione, un gran cilindro o tamburo a cui è attaccato il foglio di carta da stamparsi e tre o quattro rulli da dare la tinta simili a quelli già descritti. Vi sono poi tre o quattro altri rulli in giustaposizione coll'ultimo, uno dei quali distribuisce l'inchiostro agli altri, e di cui ciascuno lo distende in uno strato uniforme sul marmo. Il cilindro della carta e i rulli che somministrano e quelli che diffondono l'inchiostro sono montati in maniera che al muoversi alternativamente innanzi e indietro della tavola che sostiene la forma e la pietra dell'inchiostro, rotolano su di questa.

A questo modo, quando si fa avanzare la tavola verso i rulli, la forma passando sotto ai rulli da dare la tinta da destra a sinistra ne riceve l'inchiostro alla superficie dei tipi: e contemporaneamente il marmo scorrendo innanzi e indietro sotto ai rulli che spandono l'inchiostro, ne riceve alla superficie lo strato d'inchiostro occorrente a rimpiazzare quello che fu portato via dai rulli da tingere.

XX.

Macchine da stampa semplici. — Quando la tavola ripassa alternativamente dall'altra parte, la forma coi tipi già tinti passa sotto al cilindro a cui è attaccata la carta il movimento del quale è regolato in maniera da corrispondere esattamente al movimento rettilineo della tavola che porta la forma. Il cilindro è premuto contro la forma con una forza regolata, sufficiente ma non più che sufficiente perchè i tipi lascino l'impressione sulla carta.

I fogli di carta vengono successivamente collocati sul cilindro e sono stesi uniformemente su di esso da fettuccie di filo, mentre passano a contatto dei tipi. Ricevuta l'impressione di questi, si sciolgono i nastri che li legano, e si levano i fogli stampati.

Questo è il principio generale delle macchine da stampa semplici.

XXI.

Macchine da stampa a doppia azione. — In queste, la tavola che vien mossa alternativamente, a destra ed a sinistra, sostiene due forme una corrispondente alle pagine da stamparsi sopra una delle faccie del foglio e l'altra a quelle da stamparsi sull'altra faccia. Vi sono pure due pietre sparse di inchiostro, una a sinistra della forma a sinistra e l'altra a destra della forma a destra. Così vi sono due cilindri per la carta e due sistemi di rulli per dare l'inchiostro e per stenderlo. Ciascun foglio di carta, trattenuto da nastri di filo, come si è già detto, è avvolto successivamente sui due cilindri e le cose sono disposte in modo, che nel passare dall'uno all'altro di questi una delle sue faccie viene a contatto coi tipi di una forma ed è stampato da questa, e la faccia opposta lo è dall'altra forma. La proporzione dei movimenti è aggiustata con tanta precisione che l'impressione di ciascuna pagina o di ciascuna colonna su di una faccia del foglio corrisponde esattamente con quella della pagina o della colonna corrispondente sull'altra faccia.

Si capirà meglio questa descrizione generale osservando il seguente disegno illustrativo.

La figura 5 chiarisce le funzioni di una macchina da stampa semplice. La forma A e la pietra dell'inchiostro B sono collocate su

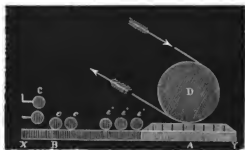



Fig. 5.

di una tavola orizzontale: su di loro sta il cilindro della carta D, i rulli che danno l'inchiostro *iii*, quelli che lo distendono *cc* ed i cilin-

dri C che somministrano l'inchiostro a quelli che lo stendono. Il primo di questi, C, si chiama il rullo principale. Quando la tavola XY scorre a sinistra da Y verso X, la forma A passa sotto i rulli, *iii*, che tingono, e ne riceve l'inchiostro alla superficie dei tipi; intanto la pietra B passa sotto ai rulli *cc* e ne riceve una dose d'inchiostro da compensare quella ceduta ai rulli *iii*.

Quando si fa scorrere la tavola nella direzione contraria, da X verso Y, la forma ripassa un'altra volta sotto i rulli da tingere, poi sotto il tamburo della carta, e questo, essendo premuto contro la forma e rivolgendosi in perfetto accordo col movimento di questa, i tipi cedono alla carta l'inchiostro che allora avevano ricevuto dai rulli; stampata così una faccia del foglio, questo viene svincolato dai nastri. Allora si fa scorrere ancora la tavola a sinistra, si tingono di nuovo i tipi, e si rinnovano tutte le operazioni descritte.

A questo modo si stampa un foglio dopo l'altro.

I rulli, che danno e che distendono l'inchiostro, rimangono appoggiati alla pietra in forza del loro peso e gli assi che sporgono dalle loro estremità sono inseriti in fenditure praticate in supporti verticali attaccati ai lati opposti dell'impalcatura che sostiene la tavola mobile. I due pezzi verticali in cui sono inseriti gli assi di ciascun rullo non sono posti esattamente di fronte l'uno all'altro: in conseguenza di che gli assi dei rulli si trovano leggermente inclinati ai lati della tavola. È importantissimo l'effetto di questa disposizione perchè a motivo dell'attrito o dell'adesione dei rulli contro la pietra si muovono alternativamente in direzioni contrarie percorrendo la tavola per il lungo. Questo movimento, combinato con quello di rotolare sulla pietra ajuta di molto a distendere l'inchiostro in uno stato perfettamente uniforme.

La figura 6 è diségno illustrativo di una macchina da stampa a doppia azione: D e D' sono i due cilindri della carta; A ed A'

Fig. 6.

le due forme; *iii* ed *i'i'i'* i rulli che danno la tinta; *cc* e *c'c'* i rulli distenditori; e C e C' i rulli principali. I fogli di carta ammucchiati sulla tavola E vengono affidati uno alla volta ai nastri di lino da cui sono trattenuti; ed essendo fatti passare di sopra al rullo B e

di sotto al cilindro D' ricevono l'impressione dei tipi della forma A'; in seguito passano successivamente di sopra al cilindro T' disotto a T e intorno al cilindro D al cui punto più basso la faccia non stampata viene a contatto dei tipi della forma A e ne riceve l'impressione; dopo aprendosi i nastri vengono lanciati dalla forza centrifuga sulla tavola F destinata a riceverli.

Dalla figura si scorge facilmente che mentre una faccia del foglio è stampata dalla forma A', la forma A passa fra i rulli da dare la tinta *i i i* e la pietra B; e che all'incontro mentre l'altra faccia è stampata dalla forma A, la forma A' passa fra i rulli dell'inchiostro *i'i'i'* e la pietra B'.

In questa maniera con un movimento d'andata e ritorno da destra a sinistra e da sinistra a destra il foglio viene stampato da ambe le parti.

XXII.

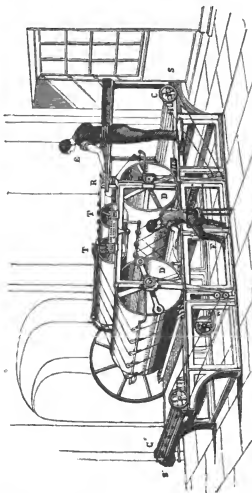
La figura 7 presenta una prospettiva di una macchina da stampa a doppia azione, costrutta dai signori Applegath e Cowper.

Un garzone E, che si chiama il *distributore*, stando in piedi sopra un palco elevato, spinge i fogli di carta uno alla volta verso i nastri i quali stringendolo fra loro, lo fanno avvolgere attorno ad un cilindro R, passato sotto questo, il foglio viene trascinato a destra del cilindro D, girandogli attorno dal disotto al di sopra riesce alla sinistra di questo; passa poi successivamente sul rullo T, sotto il rullo T', sul cilindro D' e alla sinistra di questo, dopo di che gli gira disotto ed è scagliato fra le mani di un garzone, F detto il *ritiratore*, il quale è seduto dinnanzi ad una tavola fra i due cilindri D e D' su cui depone i fogli mano mano che li riceve.

A questo modo il distributore somministra con successione non interrotta dei fogli bianchi alla macchina: questi, passando sotto il cilindro D, sono stampati da una parte, e dopo, sotto al cilindro D', sono stampati dall'altra, ed ivi sono ritirati dal ritiratore.

I rulli principali, C e C' sono mantenuti in rotazione perpetua da corregge che si avvolgono intorno a dei cilindri alla parte più bassa dell'impalcatura e poi sopra carrucole fermate sugli assi dei cilindri. La tavola che sostiene le forme e le pietre è mossa alternativamente a destra ed a sinistra da una coppia di ruote d'ingranaggio coniche W, sotto l'impalcatura e da due aste dentate ed un rocchetto di sopra; una delle ruote coniche, coll'asse orizzontale, è fatta girare da una macchina a vapore o da altra forza motrice, e comunica il suo movimento all'altra ruota conica che ha l'asse verticale. All'estre-

mo superiore quest' ultimo asse porta un rocchetto che ingrana in una doppia rastelliera attaccata alla tavola dei tipi, e le cose sono disposte in modo che la rotazione continua del rocchetto imprime un movimento rettilineo alternativamente verso destra e verso sinistra alle rastrelliere ed alla tavola a cui sono attaccate.

Fig. 7.

Macchina a doppia azione dei signori Applegath e Cowper.

La maniera con cui i nastri di filo s'impadroniscono dei fogli, lo guidano successivamente attorno ai cilindri e infine li scaricano sulla tavola del ritiratore s'intenderà facilmente osservando la figura 8.

C e D sono due cilindri scanalati, avvolti da una correggia perpetua che spinge la carta dalla tavola del distributore verso i nastri. I due nastri perpetui, fra cui è trattenuta la carta, sono figurati nel disegno dalle linee continue e punteggiate e la direzione del loro movimento all'intorno dei rulli e dei cilindri è segnata dalle frecce. Si può osservare che, dalla parte opposta alla tavola del distributore, i nastri convergono da due rulli *d* ed *h* e vengono a contatto alla sommità del cilindro E. I margini dei fogli di carta, fatti avanzare dalla tavola del distributore, sono afferrati fra i nastri immediatamente di sopra al rullo E.

Si deve immaginare che vi siano due o tre paja di nastri fra di loro paralleli corrispondenti ai margini delle pagine o delle colonne: mentre nella figura non ne è rappresentato che un paja solo.

La carta così afferrata dai nastri sul cilindro E è trascinata successivamente, sempre stretta fra i nastri, sotto e sopra FHI e G, finchè giunge in *i*, dove i nastri si separano, come si vede dalla figura, e quello che è indicato dalla linea continua va al cilindro *a*, e quello indicato dalla linea punteggiata, disopra al cilindro *i*, va al cilindro *k*. Separandosi i nastri il foglio stampato ne è scaricato in *i* sulla tavola del ritiratore; frattanto il nastro indicato dalla linea continua è portato successivamente sul cilindro *a*, sotto *b*, sotto *c*, esternamente a *d*, e ritorna finalmente al cilindro E.

Allo stesso modo il nastro indicato dalla linea punteggiata è portato successivamente sotto i cilindri *k* ed *m*, esternamente ad *n*, sopra *v* ed *h*, da cui ritorna ad E, dove si ricongiunge di nuovo all'altro nastro che arriva da *d*.

Fig. 8.

Capitolo secondo.

XXIII. Macchine del *Times* nel 1814. — XXIV. Loro perfezionamento. — XXV. Macchine attuali del *Times*. — XXVI. Macchina di Marinoni per stampare i giornali. — XXVII. Macchina di Marinoni da stampar libri. — XXVIII. Giornali. — XXIX. Relatori. — XXX. Novelliere di corte. — XXXI. Corrispondenti stranieri. — XXXII. Statistica dei giornali.

XXIII.

Le prime macchine da stampare giornali costrutte secondo questi principii perfezionati, furono stabilite nella tipografia del giornale il *Times*, nel quale, al 28 novembre del 1814, si annunciò che il foglio che si poneva nelle mani del lettore era il primo che fosse stampato da un meccanismo a vapore.

Dalla potenza del vapore, e da alcuni perfezionamenti che subì poco dopo l'apparecchio, l'efficacia del torchio da stampa fu accresciuta in una proporzione notevolissima. Come abbiamo già detto, col torchio a mano che si usava prima non si potevano stampare all'ora che 250 fogli da una parte sola. Da ciascuna delle due macchine erette nella stamperia del *Times* si tiravano all'ora 1800 esemplari.

XXIV.

Perfezionamenti successivi. — La potenza delle macchine da stampa costrutte su questo principio fu accresciuta poco dopo col portare a quattro il numero dei cilindri stampatori, lasciando però intatto il principio del loro meccanismo.

Sarà facile d' intendere la maniera con cui si è fatto ciò, coll' ajuto del disegno illustrativo, fig. 9, in cui 1, 2, 3 e 4 sono i cilindri stampatori: P P P' P' sono le tavole dei quattro distributori, ed O O O' O' conducono a quelle dei quattro ritiratori. I giri seguiti dai fogli di carta nel passare da un cilindro all' altro sono indicati dalle freccie. I rulli tintori in questo caso sono posti in R fra i cilindri stampatori, e le due forme dei tipi ricevono la tinta due volte mentre sono mosse da destra a sinistra e altre due volte nel ritornare da sinistra a destra. I cilindri stampatori sono abbassati alternativamente sui tipi e sollevati da questi, due alla volta; intanto che la tavola dei tipi scorre da sinistra a destra, i cilindri 1 e 3 sono in contatto colla tavola e i cilindri 2 e 4 ne sono staccati e all' incontro quando quella tavola scorre da destra a sinistra la toccano i cilindri 2 e 4 e ne sono distaccati 1 e 3.

Mediante questo perfezionamento che fu adottato nel 1827 dalla stamperia del *Times*, i proprietarii di questo giornale, arrivarono, ciò che fino allora era senza esempio, a poter stampare da una parte da 4000 a 5000 fogli all' ora. In questo modo poterono soddisfare alle richieste di associazione che ascendevano a 28,000.

Riguardo alla stampa dei giornali si osservi che lo scopo che più interessa di raggiungere è di accrescere la celerità con cui si può stampare il foglio da una parte sola. Torna comodo di disporre l' impressione tipografica per modo che la materia destinata ad una facciata della carta sia più pronta per essere stampata di buon'ora, e possa essere stampata prima che sia preparato il contenuto dell'altra facciata nella quale si comprendono le notizie più recenti. Di qui il vantaggio di adoperare per i giornali delle macchine atte a stampare i fogli celerissimamente da una parte sola.

XXV.

Macchina da stampa del Times. — Quella macchina continuò a servire alla stampa del giornale il *Times*, fino ad un'epoca più recente, quando le esigenze della stampa superarono anche la sua enorme potenza e venne fatto un altro appello al genio inventivo di M[r] Applegath. In breve, necessitava una macchina in cui da una sola forma si potessero avere almeno 10,000 fogli all' ora!

Considerando i mezzi di risolvere il problema, si deve riflettere, che, qualunque sia l' espediente da adottarsi, i fogli di carta che si vogliono stampare devono essere distribuiti alla macchina uno alla volta da un assistente. Una volta che vi siano introdotti, essi ven-

gono trascinati nel suo movimento, e sono stampati dal meccanismo che funziona da sè. Ora, nel caso di fogli grandi come quelli

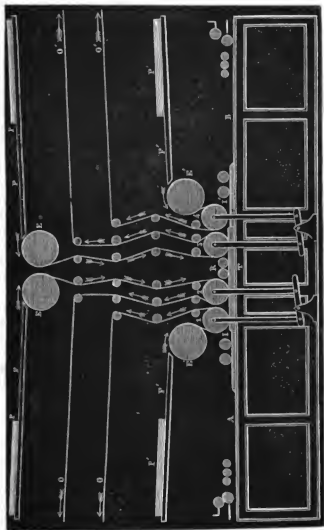



Fig. 9.

dei giornali, si trova che colle mani non se ne ponno distribuire alla macchina colla necessaria precisione più di due in cinque secondi, o più di venticinque al minuto, e quindi più di 1500 all'ora.

Perciò, allo scopo di stampare 10,000 fogli all' ora bisognerebbero sette cilindri, ed il disporli in modo che possano ricevere l' azione di una forma di tipi mossa innanzi e indietro sopra un' intelajatura orizzontale, nella maniera anzidescritta, presenterebbe difficoltà insormontabili.

In vista di queste difficoltà, M[r] Applegath, a cui si deve l' invenzione delle macchine da stampa del *Times* si decise ad abbandonare il movimento alternativo della forma dei tipi, disponendo l' apparecchio in guisa da rendere continuo questo movimento.

Il movimento allora non poteva essere che circolare e in conseguenza egli dispose di attaccare le colonne dei tipi alla superficie d' un gran tamburo o cilindro coll'asse verticale, in vece che al telajo orizzontale adoperato fino allora. Si erige un gran tamburo centrale girevole sul proprio asse. Sulla sua superficie sono situate verticalmente le colonne dei tipi. Le linee di queste colonne, a rigore, formano i lati d'un poligono il cui centro coincide coll'asse del tamburo, ma lo spessore delle colonne è così poca cosa in paragone del diametro del tamburo, che le loro superficie di ben poco differiscono dalla forma cilindrica regolare. Ad un'altra parte del tamburo è fermata la tavola dell' inchiostro. La circonferenza del tamburo nelle macchine da stampa del *Times* è di 200 pollici ed ha in conseguenza 64 pollici di diametro.

La forma generale e la distribuzione della macchina sono rappresentate nella fig. 10, in cui D è il gran tamburo centrale che porta i tipi e le tavole dell' inchiostro.

Il tamburo nelle macchine del *Times* è circondato da otto cilindri R R, ecc., anch' essi verticali, su cui la carta è tesa da nastri di filo al modo solito. Ognuno di questi cilindri è collegato al tamburo da ruote dentate in maniera che le loro superficie rispettive abbiano a muoversi esattamente colla stessa velocità della superficie del tamburo. Ora, se immaginiamo che il tamburo, così a contatto di questi otto cilindri, sia posto in movimento e faccia un giro completo, la forma dei tipi sarà premuta successivamente contro ciascuno degli otto cilindri, e se i tipi furono previamente tinti d' inchiostro, e ciascuno di quei cilindri fu provveduto di carta, ad ogni rivoluzione del tamburo si stamperanno otto fogli di carta.

Resta, dunque a spiegarsi: primo, come ai tipi si possa dare la tinta otto volte ad ogni rivoluzione; e, secondo, come ad ognuno degli otto cilindri si possa distribuire la carta da stamparsi.

A lato degli otto cilindri che portano la carta sono situate otto coppie di rulli tintori, e presso a questi stanno due rulli principali.

Questi ultimi ricevono uno strato d' inchiostro da serbatoi posti superiormente ad essi. Quando la tavola dell' inchiostro attaccata al tamburo girevole passa dinanzi a ciascuno dei rulli principali ne riceve una mano d'inchiostro e subito dopo incontrando i rulli tin-

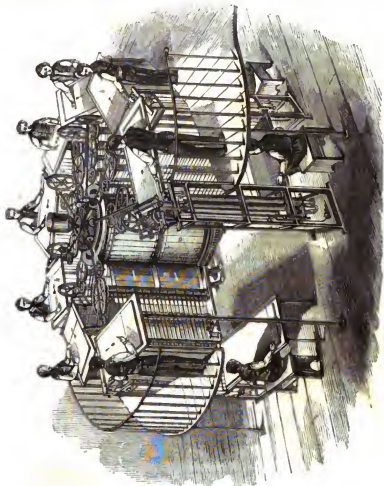



Fig. 10. Macchina da stampa del Times.

tori cede loro questo inchiostro. In seguito, per la continua rotazione del tamburo, i tipi incontrano i rulli tintori da cui ricevono l'inchiostro e dopo di questi incontrando i cilindri su cui sta la carta, vi lasciano l'impressione e così la stampa è terminata.

Così ad ogni singola rivoluzione del gran tamburo centrale l'inchiostro è distribuito successivamente otto volte alle tavole dai rulli principali, queste lo trasmettono successivamente otto volte ai rulli tintori, i quali, alla loro volta, lo cedono otto volte alla superficie dei tipi e di qui finalmente è trasferito sugli otto fogli di carta distesi dai nastri su gli otto cilindri.

Ora veniamo a spiegare come venga distribuita la carta agli otto cilindri. Su ciascuno di questi è eretta una tavola obliqua, *h h*, ecc., su cui si depone una quantità di fogli non stampati. A lato della tavola sta il distributore, il quale spinge innanzi la carta, foglio per foglio, verso i nastri di filo.

I nastri, afferrandolo, dapprima lo tirano in giù verticalmente fra nastri negli otto telai verticali, finchè la posizione dei suoi margini corrisponda a quella della forma dei tipi sui cilindri stampatori. Arrivato in questa posizione, il suo moto discendente è arrestato da un apparecchio operante da sè, di cui è provvista la macchina, e viene poi compresso dai rulli verticali guarniti di nastri marginali per tenere la carta avvolta alla loro superficie, contro il cilindro stampatore, e così riceve l'impressione dei tipi. Dopo ciò i nastri di mezzo e del margine inferiore abbandonano il foglio di carta, che, trattenuto dai soli nastri superiori ne viene trasportato in una posizione conveniente, dove sono arrestati quei nastri e la carta sospesa fra loro, finchè il ricevitore distacca il foglio e lo depone sul suo tavolo. Questi movimenti si ripetono continuamente; appena che un foglio è uscito dalle mani del distributore, egli ne fornisce un altro ed in tal modo distribuisce per media alla macchina due fogli ad ogni cinque minuti secondi : siccome ha luogo la stessa distribuzione per ciascuno degli otto cilindri, ogni cinque secondi si introducono e si stampano sedici fogli.

Si trova che con questa macchina, a lavoro ordinario, si ponno stampare tra 10,000 e 11,000 fogli all'ora; ma se gli uomini che distribuiscono i fogli sono molto abili si può raggiungere una celerità ancora più grande E per verità la velocità è limitata, non da condizioni inerenti alla macchina, ma dalla destrezza degli uomini nel somministrarle i fogli.

Nel caso di una distribuzione mal fatta un foglio è guastato, e ne scapita la bontà della macchina. Se però, si volesse stampare con velocità ancora più grande, la stessa qualità di macchina risponderebbe adequatamente all'esigenza, senza alterarne il principio: basterebbe che i tipi fossero circondati di un maggior numero di cilindri stampatori.

Si avrebbe ragione di osservare che i cilindri ed i rulli non sono distribuiti uniformemente intorno al gran tamburo centrale: essi sono disposti in modo di lasciare da una parte del tamburo uno spazio aperto eguale in larghezza alla forma dei tipi. Ciò è necessario perchè si possa accedere a questa forma onde porla in assotto.

Una delle difficoltà che dovette incontrare Mr Applegath nella soluzione del problema a cui giunse così felicemente, derivava dalla scossa prodotta nel meccanismo all'invertirsi il movimento del telajo orizzontale, che, nelle macchine antiche sosteneva la forma dei tipi e la tavola dell' inchiostro e che formava una massa da muoversi del peso di venticinque centinaja di pesi. Ora questo telajo veniva mosso in una direzione e nell'altra per un tratto di 88 pollici, e si trovò che un tal peso non si poteva far scorrere con sicurezza per un tale spazio, più di quarantacinque volte al minuto, ciò che limitava il massimo della forza di produzione a 5000 fogli all'ora.

Un'altra difficoltà nella costruzione di questa gran macchina era di regolare il meccanismo operante da sè, in modo che l'impressione della forma dei tipi dovesse sempre essere fatta al centro della pagina e in modo che la parte del foglio occupata dallo stampato sopra una facciata, coincidesse esattamente con quella occupata dallo stampato nella facciata opposta.

La forma dei tipi formata sul tamburo centrale gira colla velocità di circa 80 pollici al secondo, e la carta è mossa quindi a contatto di essa esattamente colla stessa celerità. Ora se per qualche fatto avvenuto nell'introdurre o nel muovere un foglio di carta, esso arrivasse al cilindro stampatore un ottantesimo di secondo troppo presto o troppo tardi, la posizione relativa delle colonne varierebbe dell'ottantesima parte di ottanta pollici, cioè di un pollice. In questo caso il margine dello stampato sopra una facciata del foglio sarebbe più vicino di un pollice al margine dalla carta di quello che lo è sull'altra facciata.

Questo accidente si verifica di rado, ma quando si verifica ne consegue che un foglio è deteriorato. In sostanza, il guasto derivante da simil causa è notevolmente minore in questa macchina verticale che nelle antiche orizzontali e meno potenti.

La posizione verticale dei rulli tintori da cui i tipi non sono toccati che alla superficie più estrema, è più confacente alla bontà del lavoro che non la macchina orizzontale dove i rulli tintori operano sui tipi per il loro peso, così, la polvere scossa dalla carta che prima si deponeva sui rulli tintori, ora cade sul pavimento.

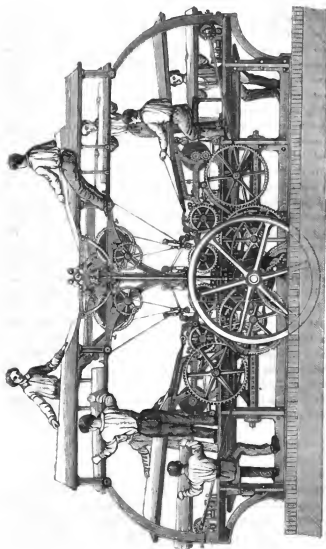
Con questa macchina si tirarono 50,000 impressioni senza arrestarsi per spazzolare la forma o la tavola.

XXVI.

Torchio di Marinoni *per stampare i giornali.* — I signori Marinoni e Comp., di Parigi, costruirono in questi ultimi anni, dei torchii da stampa perfezionati per i giornali di grande circolazione di cui parecchi furono eretti e posti in opera nella stamperia del giornale parigino *La Presse.* Questa macchina da stampa, da cui si ponno tirare 6000 copie all'ora, stampate da ambo le faccie della carta, è rappresentata nella figura 11. Si scorgerà che vi sono occupati otto uomini nell'operazione, quattro distributori e quattro ritiratori. La macchina è duplice, essendo perfettamente simili tra loro le parti da un lato e dall'altro della verticale condotta per l'asse del volante. La maniera con cui i fogli passano fra i cilindri stampatori si capirà meglio osservando la figura 12, in cui A è la tavola superiore di distribuzione, A' l'inferiore; B è la tavola superiore dove si raccolgono i fogli stampati, B' l'inferiore alla destra, essendovi altre quattro tavole similmente poste a sinistra, due per distribuire i fogli alla macchina e due per ritirarli stampati. Il movimento dei fogli mentre sono guidati dai nastri verso i rulli e poi lungi da questi è indicato dalle freccie e il giro tenuto da ogni foglio dal momento che lascia la tavola di distribuzione finchè arriva all'altra dove è raccolto, è indicato dai numeri 1, 2, 3, 4, ecc. Così il foglio che abbandona la tavola A viene ricevuto dai nastri che si avvolgono intorno al cilindro M e ne è trascinato da 1 a 2. Arrivato al cilindro inferiore, esso passa, come è indicato dalla freccia, fra i rulli, 3, ed è trasportato da 4 sotto i rulli stampatori I, dove è stampato da una parte; dopo ciò è condotto all'insù fra i nastri verso 5 ed ivi è svincolato fra i nastri di 6, e condotto al cilindro R in 7, da cui è trasportato all'ingiù fra i nastri 8, e sbalzato come indica la freccia ai nastri 9, e da questi è condotto nuovamente sotto al cilindro ed è stampato dall'altra parte: dopo ciò è tratto all'insù successivamente fra i nastri 10 e 11 verso 12 e finalmente è scaricato da 13 a 14 sul tavolo raccoglitore B.

Il foglio distribuito dal tavolo inferiore A' segue un giro precisamente simile, entrando in 1' e girando attorno ai cilindri stampatori in 2', 3' da cui passa fra i nastri 4 intorno al cilindro R' in 5', 6' ed indi per i nastri 7', 8' intorno al cilindro stampatore I' in 9' da cui è stampato dall'altra parte: dopo di che è tratto per 10', 11', 12' verso la tavola raccoglitrice inferiore B' in 13'.

I rulli tintori si vedono in EPD e D' e sono disposti nella solita maniera in T, T', T'', T''' e T'''' per spalmare i tipi d'inchiostro.

Fig. 11.

Si osserverà che la potenza della macchina è pari a quella del *Times*, non essendovi altra differenza se non che quella del *Times* stampa in un'ora 12,000 fogli da una parte sola, e questa ne stampa 6000 d'ambo le parti. Per la macchina del *Times* occorrono otto distributori ed otto ritiratori, cioè il numero doppio di quelli che occorrono per il torchio di Marinoni. Si deve, peraltro, osservare che nell'operazione pratica di stampare i giornali, come la si compie nell'ufficio del *Times*, l'efficacia del torchio di Marinoni, sebbene in un certo senso pari a quello del *Times*, sarebbe affatto insufficiente perchè è assolutamente indispensabile per questo giornale che nelle ultime cinque ore del mattino si stampino 60,000 copie da una parte della carta. La materia destinata all'altra faccia della carta è scelta in modo che si possa comporla e stamparla nella prima parte della notte, o anche il giorno precedente: la pressione cadendo esclusivamente sulla materia che occupa l'altra faccia del foglio, che consiste principalmente nelle ultime notizie e nei rapporti del parlamento.

Si potrebbe, quindi, domandare in qual maniera il giornale la *Presse*, la cui circolazione, sebbene inferiore a quella del *Times*, è però estesissima, possa essere stampato colla necessaria rapidità?

Rispondiamo che la *Presse* non contiene più del decimo dell'impressione tipografica d'una copia del *Times* e che perciò si può comporre la materia in tipi due volte od anche più spesso producendone due o più *forme* distinte, come si chiamano, che si lavorano in altrettanti torchi differenti. Anche la spesa di composizione viene ridotta maggiormente nell'ufficio della *Presse*, stereotipando il materiale il quale è composto ad un'ora abbastanza anteriore, perchè si possa eseguire tale operazione e le piastre stereotipe si fondono il giorno dopo. In questa maniera non è necessaria che una doppia e tripla composizione per le notizie che arrivano troppo tardi per poterle stereotipare.

XXVII.

Macchina di **Marinoni** ***per stampare libri.*** — Una forma di macchina comoda per stampar libri, costrutta dagli stessi meccanici, e che però, stampa i fogli da una parte sola è mostrata nella fig. 13. (p. 285) Il distributore colloca i fogli sulla tavola M (fig. 14) da cui passano intorno al cilindro stampatore I, e sono scaricati, come indica la freccia, sulla tavola ricevitrice R. I rulli che forniscono e stendono l'inchiostro sui tipi sono disposti al modo solito.

XXVIII.

Giornali. — Di tutte le applicazioni della stampa agli usi della vita quella che ha prodotto il maggior progresso e perfezionamento

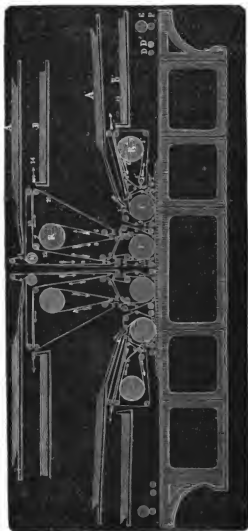



Fig. 12.

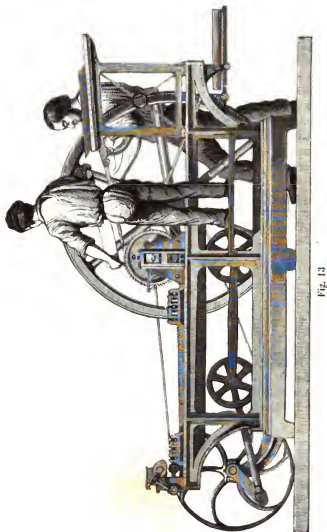
in quest'arte fu la stampa dei giornali. Questi organi della pubblica opinione e delle notizie implicano condizioni che esigono nel tor-

chio da stampa il maggior grado di perfezione immaginabile. È soprattutto indispensabile un'estrema rapidità di composizione congiunta colla massima celerità possibile nel lavoro del torchio; in quanto queste doti sieno state raggiunte colle odierne macchine da stampa, si può raccogliere da ciò che si è detto nei paragrafi precedenti. D'altra parte il perfezionamento delle macchine da stampa prodotto dalle esigenze del giornalismo, reagì sul giornalismo nel modo più sorprendente; cosicchè i risultati ora ottenuti dall'arte nelle istituzioni dei fogli giornalieri di Londra, eccitano a ragione l'ammirazione e le meraviglie di tutte le persone ben informate. Questi giornali sono rimarchevoli per la gran copia e varietà di notizie che contengono, per la celerità con cui si stampano e si pongono in circolazione, e per l'accuratezza e l'abbondanza delle relazioni che presentano delle operazioni di tutti i corpi pubblici. Questi risultati si ottengono con un enorme dispendio di danaro e con una ripartizione minuta e giudiziosa del lavoro. Si mantiene un corpo di relatori abili ed intelligenti la cui incombenza è di intervenire alle Camere del Parlamento, ai Tribunali, agli Ufficii di Polizia e in tutti i convegni pubblici. Essi si danno la muta a vicenda a brevi intervalli di due a tre quarti d'ora, dopo i quali ritornano successivamente all'ufficio del giornale per scrivervi distesamente la sostanza delle annotazioni fatte brevimano. Queste si consegnano tosto al compositore, il quale procede a metter insieme i tipi, e quando è composta una colonna viene trasmessa al lettore, e dopo che è corretta da questo la si ritorna al compositore, che introduce le correzioni nella colonna dei tipi. Tirata una copia, la si presenta all'editore che assegna la parte del foglio ch'essa deve occupare e ne indica all'occorrenza le modificazioni e le abbreviazioni. Nel caso di lunghi dibattimenti, e talvolta anche in quello di lunghi discorsi, avviene che una parte ne è già composta e stampata prima che sia pronunciata la rimanente.

XXIX.

Relatori. — Riguardo alle funzioni dei relatori è comune sebbene grandemente erronea l'opinione che ogni loro incarico consista nel riprodurre parola per parola i discorsi ascoltati. Se così fosse, non vi sarebbe giornale abbastanza grande da contenere anche solo una piccola parte della materia riferita. Le relazioni sono quindi necessariamente abbreviate, all'eccezione di certi passaggi di singolare importanza che occorrono talvolta nei discorsi dei più eminenti per-

sonaggi di stato, passaggi che si distinguono sempre nelle relazioni coll' usare la prima persona in luogo della terza. Il relatore dunque

Fig. 13

non nota parola per parola ciò che si dice, ma ne fa delle brevi memorie; e siccome esso non assiste al discorso che per mezz' ora o

poco più, la sua memoria gli serve a riempirne le lacune, cosicchè arrivando all'ufficio del giornale è in grado di stendere una buona relazione in succinto di ciò che è stato detto. È appunto in questa mirabile attitudine di fare dei giudiziosi compendii che si vede l'abilità del relatore ed in ispecial modo del relatore parlamentare.

Dal sin qui detto si capirà che un giornale ben tenuto in Londra deve mantenere un corpo considerevole di relatori. Essi sono generalmente classificati a seconda delle loro abilità e della attitudine. La classe più elevata è quella dei relatori parlamentari che sono rimunerati in ragione di circa cinque sterline alla settimana durante le sessioni parlamentari. I relatori dei tribunali formano una classe particolare per cui si richiedono doti speciali e si compone generalmente di legisti che non hanno ancora pratiche sufficienti per occupare il loro tempo. I relatori di polizia formano un'altra classe distinta e particolare che forniscono quella parte dei giornali dove sono contenuti gli atti degli ufficii di polizia.

In fine v'è un'altra classe di relatori per raccogliere le notizie generali che sono incaricati di informarsi di tutti gli argomenti di discorso in tutte le parti della città.

XXX.

Non si deve passare sotto silenzio il *Novelliere di Corte*. Questo personaggio somministra quotidianamente a tutti i giornali quei paragrafi in cui si discorre dei movimenti del Sovrano e della famiglia Reale; di chi sia stato invitato a pranzo al palazzo di Windsor o di Buckingham; di qual musica si sia suonato durante e dopo al pranzo e da quale banda musicale e così via. Lo stesso impiegato è incaricato di dare notizie delle varie riunioni e dei divertimenti dati dall'aristocrazia.

XXXI.

Corrispondenti stranieri. — Nella gestione dei giornali quotidiani di Londra i corrispondenti stranieri tengono un posto cospicuo. I giornali primari mantengono di tali corrispondenti in tutte le prime capitali straniere, e, in caso di guerra, essi seguono gli eserciti e le flotte. I corrispondenti stranieri mantenuti nelle principali capitali d'Europa di consueto tengono ufficio e sono sussidiati da assistenti per raccogliere le notizie e fornire delle relazioni. Ogni giorno mandano a Londra almeno un dispaccio e talvolta ne mandano due ri-

correndo al telegrafo, quando si tratti di trasmettervi con maggior prontezza notizie di più segnata importanza.

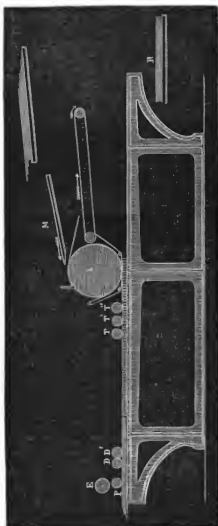



Fig. 14.

XXXII.

La rapidità con cui si accrebbe nel Regno Unito la circolazione dei giornali nel secolo scorso e più specialmente nella sua seconda metà si può giudicare dai fatti seguenti.

Nella tavola seguente è dato il numero totale dei giornali che circolarono in questo paese negli anni indicati dalla prima colonna: Di qui si scorge che mentre il medio aumento annuo della circolazione dei giornali nella seconda metà del secolo scorso si limitò a 173,000, il medio aumento nei primi venti anni di questo secolo fu 439,000: nei dieci anni seguenti questa media fu più che raddoppiata e nel periodo successivo arrivò ad essere sestupla. La circolazione complessiva nel 1849 fu più che decupla di quella del 1751.

Paragonando il numero dei giornali in circolazione colla popolazione, si può formarsi un concetto, se non della diffusione del sapere in generale, almeno di quell'istruzione di cui è veicolo il giornalismo. Nella tavola seguente è indicato l'ammontare della popolazione alle epoche su menzionate e il numero dei giornali in circolazione per testa.

Così, relativamente alla popolazione, la circolazione del giornale nel 1841 crebbe sino al doppio di quello ch'era nel 1821 ed al triplo di quello che era nel 1751. Esprimendo in numeri tondi la popolazione della Gran-Bretagna nel 1849, il rapporto dei giornali alla popolazione sarebbe di 4 ad 1, e sarebbe cresciuta nella stessa ragione sulla circolazione del 1751.

In quanto, dunque, la circolazione dei giornali si può riguardare come un mezzo di diffondere i lumi, in confronto di un secolo fa, si ha una copia di istruzione generale quattro volte maggiore.

Dall'epoca di questi progressi si produsse un gran cambiamento nella circolazione dei giornali in causa dall'abolizione del bollo delle gazzette e dalla riduzione della tariffa degli annunzii. Prima dell'abolizione del bollo, la quantità della circolazione quotidiana si conosceva dai resoconti dell'Ufficio di bollo. La circolazione media del *Times* era allora di circa 40,000 copie, cioè quasi il doppio della circolazione complessiva di tutti gli altri fogli del mattino. Dopo l'abolizione del diritto di bollo e la conseguente riduzione del prezzo dei giornali si verificò un aumento di circolazione considerabile tanto nel *Times* che negli altri giornali e forse non esageriamo l'attuale circolazione dei fogli del mattino in Londra riputandola in complesso di 100,000 esemplari.

MICROMETRO DI WHITWORTH.

Fra i molti meccanismi ammirabili presentati da M.r Giuseppe Whitworth alla grande esposizione vi era un micrometro per stabilire dei tipi uniformi di grandezza, per le sale e per altre parti importanti delle macchine. Con questo strumento si possono misurare meccanicamente delle grandezze tanto piccole da sfuggire perfino al microscopio.

Due superficie metalliche si rendono dapprima perfettamente piane e levigate in parte collo sfregarle l'una contro l'altra e in parte raschiandole con un utensile particolare.

Queste superficie metalliche sono così piane che, sovrapponendole l'una all'altra, non vi sono parti che vengano tra loro a contatto più stretto di altre parti, e tra esse resta compreso uno strato di particelle d'aria che operano come cilindri d'infinita levigatezza, cosicchè le superficie scorrono l' una sull' altra, in grazia della lubricità di quell'aria, con una facilità di cui non si può farsi un concetto adeguato senza esserne testimonii.

Quando, però, le superficie vengano premute fortemente l' una contro l' altra in modo di espellere l' aria, il contatto diviene così perfetto che non si ponno più distaccare che a grande stento.

Queste superficie lavorate con tanta diligenza si adoprano come campioni per cimentare delle altre superficie piane e con queste si confrontano le estremità di una misura campione di metallo collocata in un recipiente orizzontale accuratamente lavorato. Una estremità appoggia contro una punta metallica; un'altra punta metallica, spinta da una vite, preme contro l'altra estremità, e se l'asta metallica, per un cambiamento di temperatura o per qualche altra

causa, subisce una variazione di lunghezza che arrivi ad un milionesimo di pollice, questa variazione è resa percettibile dalla disposizione seguente.

La punta che preme contro una delle due estremità è mossa da una vite, che conta dieci spire, sulla lunghezza di un pollice. Alla testa di questa vite avvi una ruota munita alla circonferenza di 400 denti, i quali agiscono su di un'altra vite mossa da un'altra ruota il cui quarto è diviso in 250 parti visibili. Ora, perchè l'avanzarsi di un passo della vite primitiva corrisponde ad uno spostamento di un decimo di pollice, il progredire di un dente nella ruota alla sua testa corrisponderà ad una quattromillesima parte di pollice e l'avanzarsi di una divisione della ruota attaccata all'altra vite corrisponderà ad un milionesimo di pollice.

Funzionando l'apparecchio, si verifica che facendo avanzare di una delle sue 250 divisioni la ruota attaccata alla seconda vite, questo cambiamento di posizione si può rendere sensibile alla punta della vite che preme contro l'estremità dell'asta campione; siccome, però, l'avanzamento di una divisione in quella ruota non può produrre nella punta della vite che uno spostamento d'un milionesimo di pollice, lo si rende visibile in questo modo.

Per provare l'esattezza del micrometro vi fu collocato un campione di misura consistente in un'asta d'acciajo lunga tre piedi inglesi e della sezione di circa tre quarti di pollice quadrato, e perfettamente piana ai due capi. Un capo dell'asta venne posto a contatto con una faccia della macchina, e all'altro capo fra esso e l'altra faccia della macchina venne frapposto un piccolo pezzo piatto d'acciajo, denominato dallo sperimentatore « il pezzo di contatto » e i cui lati erano pure perfettamente piani e paralleli. Ogni divisione del micrometro rappresentava una milionesima parte di pollice, e ad ogni divisione di cui faceva avanzare il micrometro lo sperimentatore alzava il pezzo di contatto lasciandolo discendere sull'estremità dell'asta per il solo suo peso. Si ripetè questa operazione finchè un maggiore avvicinamento della superficie impedì la discesa del pezzo di contatto e allora la misura fu terminata, e il numero segnato dal micrometro rappresentò la lunghezza dell'asta campione fino ad una milionesima parte di pollice.

Ripetuta otto volte l'esperimento in un quarto d'ora, si ottennero risultati identici, non verificandosi mai una diversità d'un milionesimo di pollice.

Questa maniera d'operare fu chiamata « metodo di verificazione mediante il contatto di superficie perfettamente piane e mediante il

peso, » e congiuntamente a questo venne eseguito un altro sperimento interessante.

Quando fu girata la vite del micrometro fino ad una divisione dal numero a cui si presumeva che accadrebbe il contatto, il calore del dito applicato al mezzo dell' asta d' acciajo bastò a dilatarla ed allungarla istantaneamente di tanto da impedire la discesa del « pezzo di contatto. »

L'altro processo di verificazione si eseguì con una piccola batteria semplice composta di un pezzo di zinco saldato ad un pezzo di rame e immersi nell'acqua di pioggia, senza alcuna mescolanza di acidi: questa venne posta in comunicazione coi due capi della macchina da misurare e anche con un delicato galvanometro. Seguendo lo stesso processo di avanzare il micrometro di una divisione per volta, non si produsse nessun effetto, finchè trascorse l'ultimo milionesimo di pollice di distanza e si verificò l'assoluto contatto coll' estremità dell' asta: e allora la deviazione dell' ago del galvanometro palesò immediatamente il passaggio della corrente. Ripetuti sperimenti provarono l'esattezza dei risultati, e ponendo il dito al mezzo dell'asta, nelle medesime circostanze della serie precedente di sperimenti, la dilatazione fu accusata all' istante dalla deviazione dell' ago galvanometrico.

Mediante l'applicazione di questo micrometro, si costruiscono delle misure di campione per le sale e per altre parti delle macchine, che si desidera di tenere uniformi, il quale fu adottato dall' ammiragliato.

Prof. R. Ferrini.

DISEGNO ED INCISIONE MICROSCOPICI

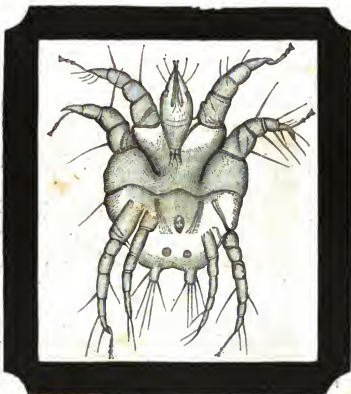



Fig. 37. — *Aspetto dell'insetto parassita o scabbia del cavallo ingrandita 150 volte nelle sue dimensioni lineari e perciò 22500 volte ingrandita nelle sue dimensioni superficiali.*

Capitolo primo.

I. Ammirabile precisione nella minuta struttura degli oggetti naturali. — II. Cornea dell'occhio d'una mosca. — III. Numero degli occhi dei differenti insetti. — IV. Sorprendente precisione di oggetti artificiali. — V. Inchiesta di tali oggetti da parte dei microscopisti. — VI. Classificazione di tali oggetti artificiali. — VII. Scale microscopiche. — VIII. Metodo di inciderle. — IX. Come si adoperino alla misura degli oggetti microscopici. — X. Loro minutezza. — XI. Scale di Mr Froment. — XII Sistemi di scale fra

loro rettangolari. — XIII. Fili microscopici. — XIV. Necessità di tipi microscopici. — XV. Oggetti di confronto. — XVI. Tipi telescopici; Stelle doppie. — XVII. Nebulose e gruppi di stelle. — XVIII. Loro apparenza nei differenti telescopii; telescopii di Herschel e di lord Rosse. — XIX. Nebulosa rimarchevole descritta da Herschel. — XX. Veduta diversamente da lord Rosse. — XXI. Tipi microscopici. — XXII. Accresciuta potenza dei microscopii. — XXIII. Il Lepisma-Saccharina. — XXIV. Il Podura.

I.

Non v' ha persona che non sia presa dal più alto grado di meraviglia assistendo allo spettacolo offerto da certe parti della struttura dei membri più minuti del regno animale, vedute con un potente microscopio. Sono veramente mirabili la precisione geometrica e l'estrema bellezza di disegno che si riscontrano in quelle parti. Non diremo che tanta precisione di lavoro scoperta in questi oggetti minuti e che senza il soccorso dei mezzi scientifici, sarebbe sfuggita per sempre all'occhio umano, dovea eccitare sorpresa perchè un risultato per quanto perfetto d' un' infinita potenza combinata con infinita abilità non può destarci un tal sentimento. Tuttavia, si deve ammettere come un fatto che la contemplazione di simili oggetti è generalmente seguita da un senso di meraviglia, mista di riverenza; il che prova ad evidenza come sia piccolo il numero di coloro la cui mente è abbastanza famigliare colle idee di onnipotenza e di onniscienza.

II.

L'organizzazione degli oggetti naturali offre innumerevoli esempii di una perfetta precisione di struttura, di proporzione, di disegno combinata con una minutezza che non solo eccede di molto i limiti dei sensi ma spesso impone all'immaginazione. La membrana che negli occhi di certi insetti corrisponde alla cornea dell'occhio umano, ne porge un esempio. Si può formarsi un' idea esatta di questa membrana, come esiste nell'occhio d'una mosca comune, collo stendere un pezzo di trina sulla superficie d'una palla da bigliardo: la palla colla sua coperta reticolare a maglie esagone sarà un modello assai preciso di parte dell'occhio dell'insetto, su di una scala prodigiosamente ingrandita.

Nella fig. 1 si vede un' incisione di questa membrana, presa da un disegno microscopico, ingrandita 100 volte nelle dimensioni lineari e quindi 10000 volte in superficie.

III.

Ognuno degli esagoni, che si scorgono nella figura, è la cornea di un occhio separato ed ha dietro di sè un opportuno apparato ottico per agire sul senso della visione. Ma è più particolarmente sulla minutezza di questi occhi esagoni di così bella precisione, che ora desidero di chiamare l'attenzione del lettore. Questa minutezza si manifesterà in modo sorprendente coll' indicare il numero degli occhi di cui sono provvedute le differenti specie di insetti.

Secondo le osservazioni di varii naturalisti eminenti, come Swammerdam, Leuwenhoeck, Barter, Reaumur, Lyonnet, Paget, Müller,

Fig. 1.

Straus, Dugès, Kirby, ecc., i numeri degli occhi in certe specie di insetti sono i seguenti:

	Numero degli occhi.		Numero degli occhi.
La formica e il zenos	50	Il cosus ligniperda	11,300
La sfinge	1300	La damigella	12,544
La mosca comune	4000	La farfalla	17,355
Il baco da seta	6236	La mordella	25,088.
Lo scarafaggio.	8820		

IV.

Ma se la perfezione che si osserva nell'opera più minuta della natura eccita la nostra ammirazione, quanto più non ci deve riempire di stupore e di ammirazione l'approssimazione ad un simile grado di precisione e di perfezione raggiunta dall'opera dell'uomo in paragone così debole e così imperfetta! In questo articolo ci proponiamo di attirare l'attenzione dei lettori su alcuni esempii sorprendenti di una siffatta abilità e destrezza che non sono ancora famigliari al pubblico.

V.

I progressi fatti nell'ultimo quarto di secolo nella costruzione dei microscopii, fece sentire il bisogno di un genere di disegni e di incisioni di una minutezza prossima a quella degli oggetti su cui erano dirette le ricerche degli osservatori. A questa domanda fatta dalla scienza all'arte venne risposto in modo adequato e mirabile.

VI.

Si inventarono dei meccanismi con cui una punta di diamante può tracciare dei segni minuti sulla superficie del vetro: e questi segni sono destinati a servire a tre scopi differenti: 1.° Come mezzi di misurare gli oggetti microscopici, sovrapponendoli a questi, appunto come si determinano comunemente le lunghezze e le larghezze applicandovi le misure campioni di un metro, di un piede o di un pollice. 2.° Per servire come prova del grado di eccellenza raggiunta nella costruzione dei microscopii e come mezzi di confrontar la bontà relativa dei varii microscopii, secondo il grado di nettezza con cui permettono all'osservatore di vedere quei segni minuti; e 3.° per servire a produrre delle incisioni microscopiche di qualunque disegno si voglia nelle giuste proporzioni.

Non si può dire che quest'ultima operazione sia stata finora applicata ad uno scopo utile fuorchè ad ostentare qualche artistico *tour de force*, essendo, quanto ai mezzi di eseguirla, di gran lunga più difficile ed ingegnosa di ciascuna delle prime due.

VII.

Gli oggetti microscopici si misurano mediante scale divise di dimensioni note; e se ne assegnano la lunghezza e la larghezza dal numero delle divisioni della scala su cui sono posti, che sono comprese fra i loro limiti o entro il loro contorno. Queste scale, come le misure più grandi, variano secondo la grandezza dell'oggetto a cui si devono applicare, ma anche quelle che hanno le divisioni più

Fig. 2.

grandi, sono minutissime. Generalmente sono tracciate su lamine oblunghe di vetro; le divisioni vi sono segnate da fine rette parallele, ogni quinta divisione essendo un poco più lunga delle intermedie ed ogni decima divisione ancora un po' più lunga, come si vede nella scala assai ingrandita presentata dalla fig. 2.

VIII.

La lamina di vetro su cui è incisa la scala di solito è collocata in un'incorniciatura di ottone in cui può scorrere longitudinalmente venendo premuta in una direzione da una fine vite e nell'opposta dall'azione d'una molla.

La punta di diamante che vi traccia la divisione è premuta contro il vetro, con una forza regolata, in modo di farvi delle tracce così eguali ed uniformi che non s'abbiano a scoprire irregolarità nei loro margini, qualunque sia la potenza del microscopio con cui si osservano. Nel processo di tracciare le divisioni o si muove la punta sul vetro, quest'ultimo restando fermo, o si muove il vetro sotto la punta mediante una finissima vite, detta vite micrometrica di cui si conosce esattamente il passo. La testa di questa vite è un disco metallico, fig 3; la cui circonferenza è suddivisa in un numero di parti eguali da 200 a 400 e talvolta anche maggiore.

Supponiamo che la vite sia così fina da contarvi 50 spire nella lunghezza d'un pollice e che la circonferenza della sua testa sia divisa

in 100 parti eguali: ad ogni rivoluzione di questa la vite e la punta di diamante su cui essa agisce si avanzeranno d'una cinquantesima parte di pollice. Ma se vi è un indice fisso alla circonferenza della testa con cui si possa farla trascorrere di una divisione per volta, ad ognuna di queste la punta di diamante non avanzerà che di una cinquemillesima parte di pollice.

Fig. 3.

Dopo che si è tracciata una divisione si solleva il tagliente dal vetro, intanto che la punta di diamante è spinta innanzi dalla vite fino alla posizione necessaria per incidere la prossima divisione della scala, e un opportuno congegno limita il movimento della vite per modo da regolare le lunghezze relative delle divisioni della scala nella maniera anzidetta.

IX.

Veduta una scala incisa a questo modo con un microscopio di forza proporzionata alla sua minutezza, se ne scorgono distintamente le divisioni come in un regolo ordinario ad occhio nudo, e quando l'oggetto da misurarsi venga appoggiato al vetro se ne ponno assegnare le dimensioni, come quelle di un oggetto di grandezza ordinaria con un regolo comune.

X.

Le grandezze delle divisioni in queste scale variano a seconda della grandezza degli oggetti che ne devono essere misurati. In quelle che hanno le divisioni più grandi, un pollice è diviso in 500 parti eguali; però gli ottici costruiscono anche delle scale per microscopii dove un pollice è diviso in 2500 parti.

XI.

Per quanto minute possano sembrare queste scale, non sono però le più minute che vennero costrutte. Ma Froment, di cui è notissimo l'apparecchio per la divisione degli strumenti astronomici, mi ha fornito una scala dove un millimetro è diviso in 1000 parti eguali. Ogni divisione di quella scala non è, dunque, che un venticinquemillesimo di pollice.

XII.

Talvolta le scale sono incise per modo da indicare assieme le dimensioni d'un oggetto in lunghezza e larghezza mediante rette che

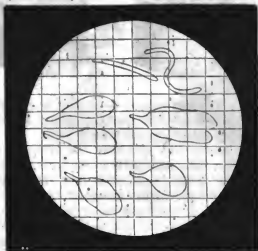



Fig. 4.

dividono il vetro in quadratelli che si vedono nella fig. 4, in una scala molto ingrandita.

XIII.

Talvolta le dimensioni di un piccolo oggetto si determinano con un espediente alquanto differente.

Sieno incise due rette *aa' bb'* perpendicolari tra loro, fig. 5, sopra una lamina di vetro che si può inserire nel tubo di un microscopio, come si vede nelle figure 6 e 7, da un'apertura laterale la quale si può chiudere quando non si hanno a prendere quelle misure. Queste linee incise, quando il microscopio sia convenientemente aggiustato, appariranno come due fili sottili projettati sull'oggetto e così sono presentate nella fig. 5.

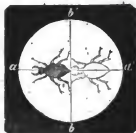



Fig. 5.

Le cose sono disposte in maniera che quando l'oggetto sia fermo, il vetro su cui sono incise le lettere *aa'*. *bb'* si può far avanzare con

Fig. 7. Fig. 6.

una fina vite micrometrica fintanto che la retta *bb'* passi successivamente per le due estremità dell' oggetto, o si può muovere anche similmente il porta-oggetti tenendo fermo il vetro.

Conosciuto il numero delle spire della vite contenute nella lunghezza d'un pollice, del numero delle rivoluzioni e delle frazioni di giro che dovrà fare la vite perchè quella retta abbia a passare da una estremità all'altra dell'oggetto, si saprà la lunghezza di questo e se ne potrà determinare analogamente la larghezza.

Nell'applicare queste scale alle misure microscopiche sono necessarie alcune precauzioni in pratica, che vennero esposte completamente nel trattato sul Microscopio.

XIV.

Oltre ai mezzi, simili agli ora descritti, di determinare le dimensioni degli oggetti, i progressi della scienza rendono indispensabile che l'osservatore possegga dei mezzi di riconoscere la forza del suo istrumento; senza di questi, egli non potrà mai esser certo che l'apparenza dell'oggetto, presentata dal microscopio, corrisponda alla sua struttura reale, o che non abbiano a fuggire alla sua osservazione degli importanti dettagli di struttura. Non si può addurre esempio più convincente di ciò di quello dato dal fu Dr Goring, il quale fece vedere che una particella di polvere presa dall'ala d'una certa specie di farfalla, chiamata *Morpho-Menelaus*, presentava le sette diverse apparenze mostrate dalla fig. 8; osservandola nel medesimo microscopio e variando unicamente l'apertura dell'oggettivo e in conseguenza la chiarezza dell'immagine. Si vedrà che i dettagli di struttura appajono manifesti in G, quando l'apertura è la massima, che si scorgono assai imperfettamente in F, e non si scorgono più negli altri casi cui era ancora più piccola l'apertura.

Se, dunque, l'osservatore non fosse munito che di un microscopio atto a mostrargli l'oggetto come lo si vede in D, è manifesto ch'egli non potrebbe formarsi che un' idea assai erronea della sua struttura; e difatti si è verificato che ogni perfezionamento ottenuto ci ha schiuso dinanzi un novello ordine di fatti naturali.

Affine, dunque, di mettere l'osservatore in grado di sapere fino a che punto egli possa fidarsi delle indicazioni del suo istrumento è necessario che sia provvisto di qualche oggetto di nota struttura di cui lo strumento dovrebbe rendere visibili i dettagli se avesse la forza di cui egli ha bisogno.

Fig. 8.

XV.

Simili oggetti che si provarono utili in grado eminente nelle ricerche microscopiche e opportunissimi ai progressi della scienza, si chiamano *oggetti di confronto.*

XVI.

Nel caso che si applichi il telescopio alle ricerche astronomiche si trovano, nei cieli innumerevoli, questi termini di confronto della bontà dell'istrumento. Le stelle doppie, triple e multiple ne sono gli esempii più ovvii. Queste, come è notissimo, guardandole ad occhio nudo od anche con un telescopio ordinario, appajono come una stella sola; ma dirigendo su di esse degli strumenti di maggior potenza, esse vengono, come si suol dire, risolte e si vedono come sono in realtà, cioè si vedono due o più piccoli punti stellari così strettamente vicini tra loro che lo spazio intermedio è troppo piccolo da rendersi sensibile all' occhio se non quando venga ingrandito con mezzi artificiali.

XVII.

Anche le nebulose formano un altro ordine di oggetti di confronto telescopici. Anche vedute con telescopii di forza considerevole, esse

appajono come piccole macchie di luce bianchiccia e vaporosa più o meno grandi, e da questo carattere traggono appunto il loro nome.

Fig. 9.

Una di esse, per esempio, è presentata dalla figura 9.

Ma quando si diriga su di essa un telescopio di maggior forza, essa prenderà l'apparenza mostrata dalla figura 10, in cui è percettibile una debole e piuttosto indistinta indicazione di stelle minute; e assoggettandole ad un ingrandimento ancora più forte si vedrà l'oggetto come è realmente, cioè una densa massa formata di un numero incalcolabile di stelle separate, come si osserva nella figura 11.

XVIII.

Le diverse nebulose esigono dei telescopii di potenza differente per esserne risolte e molte non lo furono ancora neppure colla massima forza che l'arte abbia saputo produrre finora. Però, a misura che

Fig. 10.

Fig. 11.

s'accresce la potenza dei telescopii, cresce il numero di quelle che vengono risolte. Un'illustrazione rimarchevole di questo stato di progressiva scoperta è offerta dal caso di una nebulosa notissima che fu osservata e disegnata la prima volta da sir Giovanni Herschel, come gli apparve con uno specchio di venti piedi di fuoco. Sir Giovanni la descrive come un oggetto della forma di un oriuolo a polvere, essendone riempiuto il contorno elittico da una luce più debole e più vaporosa, come si vede nella figura 12 copiata dal disegno di sir Giovanni Herschel.

Questa fu la forma ed il carattere attribuito a quella nebulosa, finchè lord Rosse costruì degli strumenti più grandi e di maggior

Fig. 12. Fig. 13.

potenza, e quando egli vi diresse un telescopio a riflessione con uno specchio di ventisette piedi di foco e di tre piedi d' apertura, essa assunse l' aspetto mostrato dalla figura 13 in cui si può vedere una

Fig. 14.

leggera indicazione di stelle; avendola poi esaminata col suo gran telescopio di cinquantatrè piedi di fuoco e sei d' apertura, essa prese l' apparenza mostrata dalla figura 14.

XIX.

Un altro esempio rimarcabilissimo del cambiamento d'apparenza prodotto in uno di questi oggetti mirabili è presentata dal caso di una nebulosa osservata prima da sir Guglielmo Herschel e descritta da lui come una nebulosa chiara e rotonda, circondata da un'aureola e seguita da un piccolo compagno. Sir Giovanni Herschel osservò il medesimo oggetto, vi scoprì una conformazione rimarchevolissima, che il telescopio di suo padre non aveva potuto scoprirgli. La fig. 15 presenta l'oggetto come fu disegnato da sir Giovanni Herschel. Il

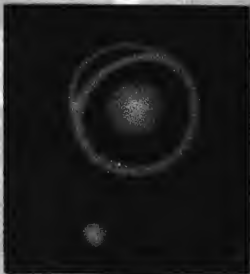



Fig. 15.

carattere rimarchevole scoperto da sir Giovanni fu la separazione in ciò che sir Guglielmo Herschel chiamava un'aureola e sir Giovanni Herschel chiamava anello. Dall' apparenza generale dell'oggetto sir Giovanni congetturò che la nebulosa rotonda centrale fosse una massa globulare di stelle, troppo lontana perchè potesse essere risolta dal suo telescopio e che ciò che suo padre chiamava un'aureola fosse una massa annulare di stelle circondante la prima e fenduta nella direzione del suo piano in modo da produrre l'apparenza offerta dalla parte superiore della figura.

Sir Giovanni congetturò che quelle masse stellari potessero avere qualche analogia con quella massa di stelle che forma la via lattea, ed a cui appartiene il nostro sole.

XX.

Queste speculazioni così ingegnose si trovarono completamente sparse al vento, quando si applicò a quell'oggetto un telescopio di

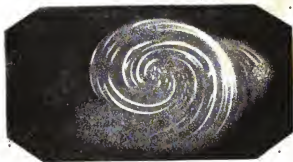



Fig. 16.

maggior potenza; ciò che sarà manifesto dall'osservare la figura 16 che presenta il medesimo oggetto quale fu veduto col gran telescopio di lord Rosse.

Lord Rosse opina che i ravvolgimenti brillanti della spirale mostratagli dal suo telescopio siano una cosa identica colla fenditura e parte divisa dall'anello veduta da sir Giovanni Herschel, ed osserva inoltre che, ad ogni volta che si accresce la potenza ottica dello strumento, la configurazione dell'oggetto si fa più complicata e più incompatibile con tutto ciò che si potrebbe supporre risultante da qualunque forma della legge dinamica, di cui troviamo una parte corrispondente nel nostro sistema.

Fig. 17.

Prima di lasciare questo interessantissimo argomento degli oggetti di confronto telescopici, ne indicheremo un altro quasi altrettanto rimarchevole. La figura 17 rappresenta una piccola nebulosa annulare di forma leggermente ovale, osservata e disegnata da sir Giovanni Herschel; egli descrisse lo spazio oscuro nel mezzo dell'anello come pieno di una luce nebulosa, e i margini come non delineati netta-

mente ma non bene definiti anzi d'un' apparenza coagulata e confusa come quella d'una stella veduta con un telescopio fuori del fuoco.

Fig. 18.

La figura 18 mostra il medesimo oggetto veduto col telescopio più potente di lord Rosse.

È evidente da ciò che un piccolissimo aumento di potenza ottica basterebbe a risolvere questo oggetto straordinario in una massa annulare di stelle.

XXI.

Veduto dunque come le stupende opere della creazione, esistenti nelle regioni dello spazio a distanze immensurabili dalla terra, hanno somministrato una tale illimitata varietà di oggetti di confronto telescopici, era ben naturale di cercare in altre parti della creazione fra le opere più minute della natura una serie corrispondente di oggetti di confronto microscopici. Nel momento in cui cominciò quel grande e rapido perfezionamento dei microscopii che fu promosso tanto potentemente dall' abilità scientifica e pratica del fu dott. Goring e di M[r] Andrea Pritchard, si trovò che varie parti minute della struttura di certe specie d' insetti, non si potevano vedere distintamente che con istrumenti dotati di certi gradi di efficacia ottica.

Il dottor Goring scelse in conseguenza un certo numero di tali oggetti che egli dispose in serie graduata a misura della potenza microscopica che si richiedeva per renderne visibili distintamente i dettagli della struttura. Questi oggetti consistevano per la maggior parte di minute scaglie, staccate dai corpi e dalle ali di certe specie di insetti, di cui le strie e le macchie si potevano vedere più o meno distintamente secondo la bontà dell' istrumento. A questi fu dato per la prima volta il nome di *oggetti di confronto.*

XXII.

Mano mano che il microscopio andava perfezionandosi d' anno in anno, cresceva il numero di questi oggetti di confronto, perchè si svolgevano nuovi dettagli di struttura ad ogni grado di cui si accresceva la potenza e l' efficacia dell' istrumento.

Una certa lista di questi oggetti, composta di peli, scaglie e penne d'insetti, venne adottata con assenso generale, e preparata e posta

in vendita dai costruttori; siccome, peraltro, non è mia intenzione di entrare per ora in dettagli sull'argomento degli oggetti di confronto per il microscopio, se non in quanto può essere necessario a schiarire uno degli usi delle incisioni microscopiche, basterà che qui adduca alcuni pochi esempii di tali oggetti di confronto.

XXIII.

Vi è un piccolo insetto, che gl'Inglesi chiamano *pesce* o *damigella d'argento* e il cui vero nome entomologico è Lepisma-Saccharina;

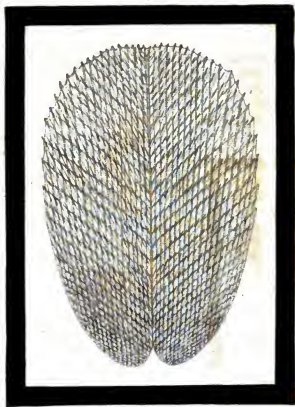



Fig. 19.

lo si trova comunemente negli armadii umidi e ammuffiti e in tutti i vecchi lavori in legno, per es., nelle imposte delle finestre. La lucentezza argentina, da cui deriva il suo nome volgare in inglese,

dipende dall'essere rivestito, per intero il corpo dell' insetto, da una armatura di scaglie. Queste scaglie, staccate dall'insetto, ed esaminate col microscopio presentano una bella figura striata; ve ne sono di varia grandezza; la fig. 19 ne mostra una, lunga una 114^{ma} e larga una 170^{ma} parte di pollice, come la si vede con un buon microscopio che ne ingrandisce 400 volte le dimensioni lineari e però 16000 volte la superficie.

La scaglia, qui figurata, è divisa a metà della larghezza da una specie di asse geometrico da ciascuna parte del quale la struttura è perfettamente simile. Una serie regolare di linee striate divergono dall'asse, sotto un angolo di circa 45, e sono intersecate da un'altra serie di linee assai prossimamente parallele all'asse.

Le strie divergenti hanno una curvatura leggerissima e volgono al basso le concavità; le longitudinali, nel microscopio, sembrano prominenti a tutto rilievo come le costole di certe conchiglie: esse sono più ristrette tra di loro verso la parte inferiore della scaglia e si fanno sempre più prominenti e sempre più separate l'una dall'altra, procedendo all'insù.

Quantunque il Lepisma sia classificato di solito tra gli oggetti di confronto, è da osservarsi che è dell'ordine inferiore di questi perchè basta sempre uno strumento di forza moderata a renderne tollerabilmente distinte le strie.

Fig. 20.

XXIV.

Il Podura, che gl' Inglesi chiamano volgarmente *coda saltante*, è una specie di piccoli insetti che di solito si trovano in gran copia nelle cantine umide dove si ponno vedere a correre e a saltellare sui muri. M^r Pritchard insegna il metodo seguente di raccoglierli: si sparga un po' di farina d' avena o di frumento sopra un pezzo di carta annerita e la si ponga vicino ai luoghi ch'essi frequentano; la farina serve loro di esca per cui vi si raduneranno sopra: ritirata allora la carta e postala in un bacino si esponga alla luce e gli insetti balzeranno dalla carta nel bacino; raccolti, si deve maneggiarli con precauzione e porli o in tubi di vetro od in scatole con della canfora per preservarli dagli altri insetti.

Anche questi insetti, come i Lepisma, sono coperti da un'armatura di scaglie che, esaminate al microscopio, si trovano bellamente striate; la fig. 20 ne presenta una ingrandita 550 volte nelle dimensioni lineari e in conseguenza 302,500 volte in superfice. La lunghezza reale della scaglia era un ducentosessantesimo e la sua larghezza massima un settecentesimo di pollice.

Nella fig. 21 si vedono delle scaglie del medesimo insetto più piccole e ancora più finamente disegnate; la lunghezza della maggiore è una 250ma e la larghezza una 500ma parte di pollice, e della minore la lunghezza è una 700ma e la larghezza una 1375ma parte di pollice.

Per vedere chiaramente i minuti e graziosi disegni di questi oggetti si richiede una potenza microscopica assai superiore a quella che basta per le scaglie del Lepisma, anche sottoposte al maggiore ingrandimento possibile; queste scaglie si trovano sparse di innumerevoli segni cuneiformi dilicati che appajono prominenti in manifesto rilievo dal fondo generale della scaglia.

Fig. 39. — *Veduta dei vasi sanguigni e di altre parti di una porzione della superficie superiore della lingua di una rana: la reale grandezza della superficie delineata è quella d'un cerchio avente per diametro un 120mo di pollice.* — *Copiata al dagherrotipo dai Sig. Donné e Foucault.*

Capitolo secondo.

XXV. — Gli oggetti naturali di confronto non sono invariabili. — XXVI. Questi oggetti naturali di confronto sono tipi imperfetti. — XXVII. Lamine di confronto di Nobert. — XXVIII. Grado di avvicinamento delle loro linee. — XXIX. Loro usi. — XXX. Errore manifesto a loro riguardo. — XXXI. Incisioni microscopiche di Froment. — XXXII. Maniera di eseguirle. — XXXIII. Varie maniere di disegni microscopici. — XXXIV. Disegni fatti col metodo dei quadrati. — XXXV. Disegni del dott. Goring. — XXXVI. Struttura e metamorfosi degli insetti. — XXXVII. Insetto effimero. — XXXVIII. Larva di questo insetto. — XXXIX. Suoi organi respiratorii. — XL. Sua struttura generale. — LXI. Sua mobilità. — XLII. Stato di crisalide. — XLIII. Insetto perfetto. — XLIV. Produzione e deposizione delle ova e sua morte. — XLV. Si può differirne la morte, ritardando la deposizione delle uova. — XLVI. Essi non prendono alimento. — XLVII. Loro numero sterminato; i loro corpi si adoperano come letame.

XXV.

Sebbene questi e numerosi altri oggetti scelti dalle parti più minute del regno animale, sieno stati proposti ed adottati generalmente come oggetti di confronto per il microscopio; sono però visibilmente soggetti all'inconveniente che, considerati come tipi, mancano di permanenza e di identità. Non solo le scaglie prese da individui differenti d'una stessa specie d'insetti differiscono fra loro nella finezza e nella delicatezza del reticolato, ma si scoprono delle differenze manifeste tra scaglia e scaglia, anche quando sieno tolte dal corpo di un medesimo insetto. Così, per esempio, le scaglie mostrate dalla fig. 21, e quella presentata dalla fig. 20, sono prese dallo stesso Podura; pure quelle della fig. 21 richiedono uno strumento

Fig. 21.

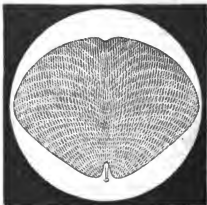



Fig. 22.

assai più efficace per spiegarne il reticolato che non quella della fig. 20.

La fig. 22 offre una scaglia dello stesso Lepisma da cui fu presa quella rappresentata dalla fig. 19; e che è stata assoggettata ad uno stesso ingrandimento. Le linee di questa sono evidentemente assai più minute di quelle della fig. 19 e in conseguenza si vedono assai meno distintamente. È perciò chiaro che queste due scaglie, quantunque prese da un medesimo individuo, costituiscono due misure microscopiche differenti.

XXVI.

Sono ovvii gli errori che si ponno commettere nello stimare la bontà e la potenza relativa dei differenti strumenti microscopici servendosi di questi oggetti di confronto. Se un microscopista a Londra osservasse il reticolato di una scaglia del Podura, e un altro a Nuova-York osservasse un'altra scaglia dello stesso insetto, e avvenisse che il primo non potesse vederne le strie mentre queste fossero visibili all'altro; non se ne potrebbe già inferire per indubitato che l'istrumento del primo fosse di bontà e di potenza inferiore a quella del secondo; anzi potrebbe darsi che quello strumento con cui non si potevano scorgere le strie in Londra, fosse, ciò nonostante, superiore a quello che le rendeva visibili distintamente a Nuova-York. I risultati d'un simile confronto dipenderebbero interamente dalla struttura delle scaglie adoperate come campioni, le quali ponno differire l'una dall'altra entro limiti assai vasti.

Indipendentemente dall'incertezza che deriva dal valersi di simili oggetti di confronto, questi presentano un altro inconveniente non meno serio: perchè suscitano nei costruttori di microscopii che ne forniscono gli strumenti, i quali pongono in commercio, la tentazione di sceglierli tali da potersi rendere facilmente visibili; e sebbene sia verissimo che non ricorrerebbero ad un tale espediente, i costruttori della classe più rispettabile, non è meno vero però che lo fanno i costruttori d'un ordine inferiore i quali perciò commettono ingiustizia contro coloro che sono superiori a siffatti artifizii.

Pertanto gli oggetti naturali non forniscono dei termini di paragone per il microscopio così permanenti ed invariabili come lo sono le stelle doppie; i gruppi stellari e le nebulose per il telescopio: e per questa circostanza l'attenzione della classe più elevata di artisti si rivolse a produrre degli oggetti di confronto artificiali che dovessero avere qualità determinate e certe, e che, come oggetti manifatturali, si potrebbero riprodurre con tale assoluta identità da fornire tipi di confronto, che adoperati in differenti luoghi e ad epoche differenti in istrumenti differenti, potessero dare risultati suscettibili di essere paragonati tra loro.

XXVII.

Si è già ricordata la produzione delle scale micrometriche di M[r] Froment le cui divisioni sono separate da intervalli che arrivano alla piccolezza di un venticinque millesimo di pollice.

Ora le linee che segnano queste divisioni essendo assai più contigue tra loro di quelle che formano il reticolato in certi oggetti di confronto, è manifesto che si potrebbero fare degli oggetti di confronto artificiali con mezzi simili a quelli con cui si eseguirono le scale anzidette e che non v'è dubbio che la grande abilità artistica che era giunta a produrre delle traccie separate dai piccoli intervalli summenzionati, poteva essere spinta più in là e formare delle superficie striate, tali da servire a tutti gli usi degli oggetti di confronto.

Il signor Nobert di Griefswall, in Prussia, essendosi occupato di questo problema degli oggetti di confronto senza tentare, come parrebbe di incidere delle scale micrometriche, i cui intervalli avrebbero dovuto essere qualche parte aliquota esatta d'una qualunque unità lineare, ha prodotto, nondimeno, delle zone incise su lamine di vetro composte di un numero più o meno grande di rette parallele separate da intervalli di sorprendente piccolezza.

Alcuni saggi rimarchevoli delle produzioni di questo artista eminente furono presentati nel 1851 alla Grande Esposizione nell'*Hyde Park*. Essi consistevano in dieci zone, formate ciascuna da un certo numero di parallele, i cui intervalli andavano continuamente scemando da ciascuna zona alla successiva. Nella seconda colonna della tavola seguente sono indicati i numeri delle linee contenute nella larghezza d'un pollice in ciascuna delle zone successive di uno di quegli esemplari.

I	11,265	VI	24,309
II	13,142	VII	28,433
III	15,332	VIII	33,153
IV	17,873	IX	38,613
V	20,855	X	49,910

Di qui risulta che, in quel campione, gl' intervalli fra le linee delle zone variavano da $\frac{1}{11000}$ ad $\frac{1}{50000}$ di pollice.

Queste zone sono tracciate sul vetro parallelamente fra di loro, restando separata ciascuna zona dalla seguente da spazii comparativamente larghi cosicchè quando sono ingrandite a sufficienza offrono l'apparenza indicata dalla fig. 24. La zona più alta è quella in cui le linee sono più discoste tra loro, e la più bassa quella in cui le linee sono più ristrette tra loro.

È difficilissimo di offrire un'idea esatta dell'apparenza effettiva che

presenta questo sistema di zone incise prima che sia ingrandito: pure, supponiamo che la fig. 23 rappresenti la grandezza reale della lamina di vetro su cui sono fatte le incisioni, e che il circolo bianco nel suo mezzo sia la parte del vetro traverso cui è tracciata la serie delle dieci zone che si vedono ingrandite nella fig. 24. L'intero spazio occupato da tutte quelle dieci zone sarà meno largo della linea nera che traversa il cerchio bianco nella fig. 23. Non si creda però che il cerchio bianco della fig. 23 rappresenti quello mostrato dalla fig. 24, perchè quest'ultimo corrisponde ad un piccolissimo spazio circolare al cen-

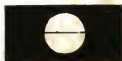
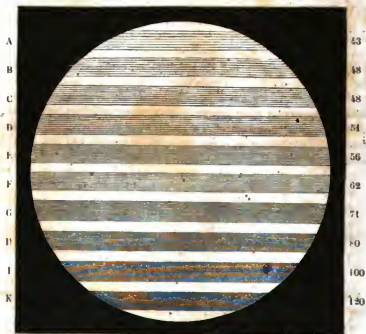



Fig. 23.

Fig. 24.

tro di quella della fig. 23 e di un diametro non maggiore della larghezza della linea nera.

XXVIII.

Varie lamine di confronto furono incise e poste in commercio dal signor Nobert; offriamo qui l'analisi di una composta di 15 zone, che fu esaminata e calcolata da M^r De La Rue.

SERIE.	NUMERO DELLE RIGHE.	DISTANZA ESPRESSA IN PARTI D'UN POLLICE INGLESE.	NUMERO DI RIGHE CONTENUTE IN UN POLLICE INGLESE.
1	7	0,00008880	11261
2	8	0,00007548	13248
3	9	0,00006482	15427
4	10	0,00005506	18162
5	11	0,00004884	20475
6	13	0,00004262	23463
7	15	0,00003552	28153
8	17	0,00003108	32175
9	19	0,00002664	37537
10	21	0,00002442	40950
11	23	0,00002220	45045
12	24	0,00002113	47326
13	26	0,00001998	50050
14	27	0,00001891	52882
15	29	0,00001776	56306

Sono informato da M^r De La Rue che altre zone incise su altre lamine, furono osservate e calcolate da lui stesso, da M^r Lister e dal sig. Nobert, e i risultati che al momento tengo sott'occhi, sono tanto concordi fra loro che non lasciano il più piccolo dubbio sulla loro esattezza generale; perchè ne sono così insignificanti le differenze che si ponno benissimo attribuire ai piccoli errori inevitabili in tali osservazioni.

È evidente che sono necessarii dei microcopii dotati di differenti gradi di potenza e di bontà per rendere distintamente visibili le righe componenti le successive zone di una di queste serie: per determinare la potenza occorrente per ciascuna di quelle zone non è necessario di ricorrere ad osservazioni microscopiche; la quistione sta semplicemente nell'assegnare il grado di avvicinamento delle righe a cui l'occhio nudo può distinguerle come evidentemente separate: questo grado sarà naturalmente diverso per i diversi occhi.

XXIX.

È facile il comprendere come si adoperano queste lamine di confronto per determinare la potenza e la bontà dei microscopii: gli

strumenti dotati dei minori ingrandimenti, per esempio da 100 a 200 volte, non renderanno distintamente visibili che le zone più larghe A B e C, fig. 24, le più strette, E F G, non appariranno che come strisce oscure, non potendosi discernere le righe che le compongono, e le più strette della serie, come H I K, non si vedranno affatto. In proporzione al grado di cui s'accresce la potenza e la bontà del microscopio, crescerà il numero delle zone che appariranno come una serie distinta di linee.

Il sig. Nobert costruisce delle lamine da confronto, in cui sono incise delle zone a gradi differenti di avvicinamento, secondo la potenza dell'istrumento a cui devono corrispondere.

XXX.

Nella Relazione del Giurì della Grande Esposizione del 1851, (a pag. 268,) si dice, che per distinguere le righe in una lamina di confronto di 10 zone come quelle suddescritte, è necessario un ingrandimento lineare di 100 volte per le zone più rade, come la I e la II, ma che si richiede un ingrandimento lineare di 2000 volte per distinguere le linee delle più compatte, come la X.

Quest'asserzione, a mio avviso, è evidentemente erronea, non essendo manifestamente compatibile colla relativa compatezza delle righe nelle diverse zone. Così, per esempio, mentre nella prima zona vi sono da 11265 righe nella larghezza d'un pollice, nella decima si contano 49910 righe nella medesima larghezza. Quelle dell'ultima dunque non sono vicine tra loro che 4 volte e ½ più di quelle della prima; ed è palese, che se queste due zone si osservassero con due microscopii, il secondo dei quali ingrandisse 4 volte e mezzo più dell'altro e fosse dotato di una chiarezza e d'una illuminazione proporzionata, le righe che le compongono, apparirebbero egualmente separate; e, siccome si ammette in quel rapporto che basta un ingrandimento di 100 volte per discernere le righe della prima zona, come avverrà manifestamente, ne consegue che un ingrandimento di 450 volte renderà egualmente visibili le righe della decima zona. E di fatti non è per nulla necessario di ricorrere al microscopio per determinare l'effetto di un dato ingrandimento sopra una zona di data compattezza; perchè questo effetto consiste unicamente, come è chiaro, nel rendere le zone più largamente separate, di quello che lo sono, nella proporzione dell'ingrandimento. Così se le righe di una zona, separate da intervalli d'una diecimillesima parte di pollice, si veggono con un ingrandimento lineare di 100 volte, esse appajono

separate l'una dall'altra da intervalli di un centesimo di pollice: e vedendole con un ingrandimento di mille volte, è chiaro che quelle righe sembreranno separate da intervalli di un decimo di pollice e così via.

Ora applichiamo questo principio ovvio al caso della relazione del Giurì: un ingrandimento di 100 volte farà sembrare le righe della prima zona come separate tra loro da intervalli di una centododicesima parte di pollice: quelle della seconda appariranno discoste l'una dall'altra di una centotrentesima parte di pollice, e quelle della terza di un cencinquantatresima parte di pollice. E tutte e tre, come è ammesso in quella relazione, si scorgeranno distintamente composte di righe separate, da un occhio di forza media. Vediamo adesso l'effetto di un ingrandimento di 200 volte sulla più compatta di queste zone.

Perchè questa deve rendere gli intervalli apparenti tra una riga e l'altra 2000 volte più larghi di quello che sono, quelli della decima zona saranno un venticinquesimo di pollice; quelli della nona un diciannovesimo, e quelli della ottava un diciasettesimo.

Sebbene sia affatto evidente che simili intervalli sono di gran lunga più grandi di quelli necessarii, perchè un occhio qualunque capace di scorgere le righe, possa vederle distintamente separate, il lettore potrà meglio apprezzare la quistione riferendosi ai numeri scritti a destra della fig. 24 che esprimono quante linee siano contenute nella larghezza d'un pollice in ciascuna zona di quella figura; per esempio, le righe delle zone B e C sono separate da intervalli di un quarantottesimo di pollice; e ne consegue pertanto che osservando la zona X della lamina di confronto, menzionata nella relazione del Giurì, con un ingrandimento di 2000 volte, se ne vedrebbero le righe separate da intervalli doppii od eguali di quelli di due righe in posto pari nelle zone B e C, fig. 24.

Per queste ragioni sembrami che siasi commesso un errore su questo punto nella relazione del Giurì, e mi parve ben fatto di attirare l'attenzione sul medesimo, perchè quell'asserzione venne ripetuta in parecchie opere recenti sul microscopio.

È facile di mostrare quale avrebbe ad essere il grado di avvicinamento nelle righe che formano una zona, perchè occorresse un ingrandimento di 2000 volte per renderle visibili ad un occhio ordinario. Ritenuto che un occhio simile potesse scorgere distintamente senza l'ajuto del microscopio, le righe di una zona che ne contenga 150 nella larghezza d'un pollice, è chiaro che un ingrandimento di 2000 volte gli renderà egualmente visibili quelle d'una zona che ne conti

300,000 nella medesima larghezza. Non è a mia cognizione che nè Mr Nobert, nè alcun altro artista abbia prodotto di siffatte zone e in conseguenza dubito che esistano dei termini di confronto artificiali per un ingrandimento di 2000 volte.

XXXI.

Passiamo ora a far conoscere una specie di incisioni microscopiche che sebbene sia la più curiosa e insieme la più difficile, per quanto io sappia non ha ricevuto ancora nessun' utile applicazione. Però, riguardandola come un esempio di industria e di abilità meccanica e come un *tour de force* artistico di primo ordine, è piena di interesse.

Per quanto sieno da ammirarsi la costruzione delle scale micrometriche e delle lamine di confronto microscopiche descritte superiormente, non vi è nulla in esse che possa eccitare sorpresa salvo la precisione combinata coll'estrema minutezza. Il tracciare una serie di linee parallele di determinata lunghezza ed a distanze uniformi è un problema alla soluzione del quale si concepisce facilmente come si possa giungere applicandovi un meccanismo finalmente costrutto; ma quando si proponga di delineare degli oggetti e dei caratteri, in cui non regge più quella regolarità e per tracciare i quali la punta del bulino deve seguire un andamento determinato da condizioni che visibilmente non si ponno rappresentare con nessun genere di meccanismo, e che perciò deve essere guidata direttamente od indirettamente dalla mano, allora si presenta un problema affatto diverso e d'un ordine assai più difficile: tale è però il problema curioso e complicato a cui venne data una soluzione da Mr Froment già nominato.

Fig. 25.

Questo artista eminente arrivò a produrre manoscritti e disegni, incisi sul vetro di un grado di minutezza non meno sorprendente, sebbene di esecuzione assai più difficile delle lamine di confronto di Mr Nobert.

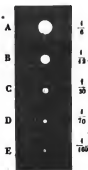
Perchè il lettore possa più agevolmente apprezzare queste maravigliose produzioni presentiamo nella fig. 25 le forme e le grandezze di cinque piccoli spazii circolari, A, B, C, D, E, i cui diametri sono per ordine un sesto, un dodicesimo, un trentesimo, un settantesimo ed un censessantesimo di pollice.

Mr Froment scrisse per me, in meno di cinque minuti, entro un cerchio di vetro del diametro di un quarantesimo di pollice e perciò minore di un terzo della piccola macchia bianca C, fig. 25, la proposizione che ingrandita 120 volte nelle dimensioni lineari e 14,400 volte in superficie presentava l'apparenza offerta dalla fig. 26.

Fig. 26.

Nell'occasione della Grande Esposizione del 1851, i caratteri ed i disegni che si vedono nella fig. 27, vennero incisi da Mr Froment entro uno spazio grande come quello rappresentato in C nella fig. 25.

XXXII.

Siccome il metodo di produrre questi meravigliosi effetti, non ha ancora ricevuto patente nè pubblicità, non ci è concesso di esporne i dettagli; ma si può dire in generale che consiste in un meccanismo da cui la punta del bulino o dello stilo è guidata da un sistema di leve, il quale gli può imprimere tre movimenti in direzioni fra loro reciprocamente perpendicolari: due paralleli, e il terzo perpendicolare alla superficie su cui si devono scrivere od incidere i caratteri. La

combinazione dei movimenti nella direzione degli assi paralleli alla superficie su cui sono incisi o scritti i caratteri, determina la forma di questi, e il movimento nella direzione perpendicolare a quella superficie determina la profondità dell'incisione, se devono essere intagliati, o la grossezza dei tratti, se devono essere scritti.

XXXIII.

Esposti così i risultati principali dell'arte delle incisioni microscopiche, ci resta di presentare qualche nozione dei metodi non meno

Fig. 27. — *Apparenza offerta da campo del microscopio; il circolo esterno non ha che $\frac{1}{50}$ di pollice di diametro.*

interessanti di disegnare gli oggetti microscopici cioè di trasportare sulla carta, sui metalli o sui legni dei facsimili delle apparenze che presentano nel microscopio. I metodi di eseguire questi disegni variò a misura delle risorse presentate all'arte dai progressi della scienza.

XXXIV.

I primi tentativi di disegni di questo genere vennero fatti col dividere il campo del microscopio in un sistema di quadrati, per mezzo di fili micrometrici, di natura organica o metallica, stesi perpendicolarmente tra loro traverso il campo della visione, come si vede nella figura 4. In questa maniera, il campo della visione era distinto in quadrati simili a quelli segnati su di una carta geografica delle linee di longitudine e di latitudine, sui quali si vedevano projettate le immagini ingrandite degli oggetti da delinearsi. Il disegnatore, tracciati previamente sulla carta due sistemi di rette intersecantesi perpendicolarmente fra di loro, ed a distanze reciproche determinate dalla scala in cui intendeva di fare il disegno, procedeva a segnare i contorni degli oggetti, regolandosi dietro la corrispondenza fra il sistema di quadrati preparati sul foglio di carta, e il sistema di quelli veduti nel microscopio. Avuti i contorni, ciò che si poteva sempre fare comodamente con un ingrandimento abbastanza debole, perchè tutto l'oggetto o gli oggetti da disegnarsi avessero ad essere interamente compresi nel campo della visione, i minuti dettagli di forma e di struttura si introducevano nei contorni osservando le parti dell'oggetto successivamente con ingrandimenti più forti.

Nè questo metodo, nè alcun altro puramente necessario può essere applicato al disegno di oggetti viventi i quali mutano continuamente di posizione a cambiare di atteggiamento. Per copiare questi, bisogna che il microscopista sia anche artista e piuttosto distinto; per buona sorte non si trovarono di rado combinate le due qualità e dagli studii e dai talenti degli osservatori microscopisti si ottennero molte belle figure, su di una scala ingrandita, dei membri più minuti della creazione.

XXXV.

Fra questi sceglieremo uno o due esempii mirabili, forniti dal fu dott. Goring; e crediamo di non far cosa ingrata al lettore accompagnandoli di una breve notizia degli oggetti rappresentati.

XXXVI.

Per coloro che non si sono applicati allo studio della storia del mondo degli insetti, sarà ben fatto di premettere che queste piccole

creature sono generalmente prodotte da uova, e che, a differenza di tutti gli altri membri del regno animale, durante la loro vita passano per tre stadii di esistenza in ciascuno dei quali le forme, le abitudini, la nutrizione e le abitazioni sono differenti tra loro per un medesimo insetto individuale, quanto lo possano essere quelle di un coccodrillo e di un pavone.

XXXVII.

Vi è un certo piccolo insetto del genere delle mosche, che si chiama insetto effimero, perchè la durata della sua vita dal momento che raggiunge il suo terzo e perfetto stadio di esistenza non eccede mai un giorno.

Questo insetto depone le uova nell'acqua, ben sapendo, come sembra, che i suoi figli quando nasceranno sono destinati ad essere animali acquatici, sebbene esso sia uno dei più vispi animali dell'aria. A tempo debito, di solito verso il declinare della state, i piccoli, rompendo il guscio, escono dalle uova nella forma propria del loro primo stadio d'esistenza, nel quale l'insetto prende il nome di *larva:* la sua lunghezza, quando ha toccata la massima cresciuta in questo stato, è di circa mezzo pollice, e la figura 28 lo mostra nella propria grandezza. Nella figura 29 lo si vede ingrandito 6 volte e mezzo nelle dimensioni lineari e perciò 42 volte in superficie.

Fig. 28.

XXXVIII.

Mano mano che la larva cresce di grandezza, i vasi serpeggianti attaccati ai suoi fianchi divengono sempre più apparenti e la coda prende quella ricca apparenza di piuma che unitamente alle palette che gli escono dai lati, costituiscono una delle sue forme più leggiadre.

Il corpo dell'insetto quando è giovane, essendo assai pellucido, se ne può scorgere agevolmente al microscopio l'organizzazione interna per mezzo della luce che lo traversa. Il movimento peristaltico degli intestini, la circolazione del sangue e la pulsazione dei vasi dorsali che in queste creature fanno le veci del cuore, si possono osservare colla massima facilità. Nel crescere, assume una varietà di colori e perde molto della sua trasparenza quando è di qualche mese; a quest'epoca si avvicina il periodo in cui è destinato a passare al secondo stadio della sua esistenza. Gli occhi, come si può osservare nella figura, sono grandi, prominenti e vagamente reticolari; hanno

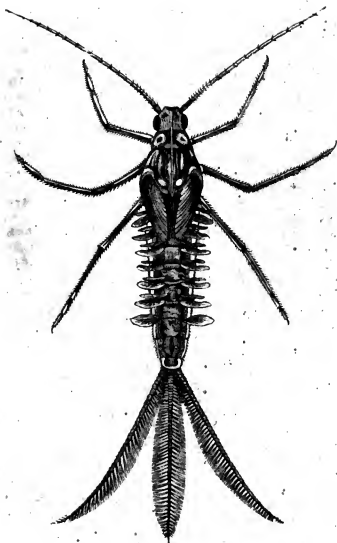



Fig. 29.

il colore del limone. Il corpo offre un leggiadro contrasto di varie tinte, da cui risulta un bel colore bruno, a varie gradazioni.

XXXIX.

Notiamo qui, che la funzione importante della respirazione si compie in maniera assai differente nei differenti animali; e l'apparato respiratorio è sempre mirabilmente adattato all'elemento abitato da essi. Gli animali delle specie superiori respirano per la bocca e per il naso. I pesci aspirano l'aria col mezzo delle branchie e gli insetti da orifizii destinati a tal uopo e che si trovano alla parte posteriore o lungo i lati del corpo. Da queste aperture l'aria entra in vasi denominati trachee, che si stendono lateralmente e li gonfia: in questi incontra il sangue e vi produce effetti simili a quelli prodotti negli animali superiori. Questi vasi si vedono nella figura disposti lungo ciascun lato del corpo: colle numerose ramificazioni che ne derivano e che traversano le varie palette in forma di foglia che sporgono dal corpo.

Gli orifizii da cui le trachee ricevono l'aria da respirare, sono situati nelle palette membranose o natatoje che sporgono da una parte o dall'altra del corpo: esse assorbono l'aria dal fluido in cui sono immerse, e quella passa quindi nelle trachee.

Delle ramificazioni delle trachee si stendono lungo le gambe, le antenne che divergono dal capo e lungo la coda tripartita: ad ogni pulsazione del vaso dorsale si ponno vedere dei piccoli corpuscoli

Fig. 30.

oblunghi di sangue a passare rapidamente intorno alle trachee. Questo vaso, dice Mr Bowerbank, si stende quasi per tutta la lunghezza del corpo, ed è comparativamente grande: è fornito ad intervalli regolari di valvole doppie essendovene un pajo ad ogni sezione del corpo.

Una porzione di questo vaso, colle sue valvole, si vede fortemente ingrandita nella fig. 30.

Il modo di agire di queste valvole è uno spettacolo bellissimo e pieno d'interesse. Quando è nel massimo grado di contrazione la punta della valvola inferiore si vede strettamente compressa entro la superiore. Allorchè l'arteria comincia a dilatarsi si vede il sangue che vi affluisce dalle aperture laterali, nella direzione segnata dalle frecce nella figura, e intanto comincia la corrente a salire nell'arteria; quando questa ha raggiunto il massimo grado di dilatazione le pareti della valvola inferiore sono premute all'insù dall'afflusso crescente del sangue dalla sezione sotto alla valvola, le aperture laterali si chiudono e la corrente principale del sangue si apre una via traverso alle due valvole.

XL.

La coda triforcuta è vagamente ornata di ciocche di fini peli, che si vedono nella figura. Quando s'avvicina l'epoca a cui l'insetto dovrà passare al suo nuovo stadio di esistenza, il ramo centrale della coda si fa più trasparente, e prende l'aspetto d'una canna a giuntura, o d'una guaina; i due rami esterni contemporaneamente mostrano entro loro delle parti destinate a formare la coda dell'insetto quando avrà toccato il terzo stadio di vita.

È proprio sorprendente la rapidità dei movimenti di questo insetto; oltre le sue sei gambe, è munito di sei palette doppie attaccate diagonalmente ai vasi serpeggianti a ciascun lato del corpo e della coda, e si vale di ciascuno di questi organi per remare, equilibrarsi e dirigersi nell'acqua, servendogli la coda da timone.

XLI.

La mobilità di questi membri è tanta, che anche quando l'insetto riposa, tutte le palette sono in rapido movimento; non rimane quieto che quel ramo della coda che fa da timone.

Indipendentemente dalla facilità di muoversi mediante le gambe, le palette e la coda, esso possiede la proprietà di sbalzare e di saltare nell'acqua col piegare il corpo all'indietro e col raddrizzarlo poi repentinamente: con questo movimento esso si alza celerissimamente fino alla superficie.

XLII.

Durante il secondo stadio della vita, che si chiama lo stato di crisalide, l'insetto conserva la facoltà di nuotare: i suoi movimenti sono affatto obbedienti alla sua volontà, e salta con molta alacrità.

Però all'avvicinarsi dell'epoca in cui passa al terzo e più perfetto stadio, nel quale riceve il nome di insetto effimero, alcune sue parti assumono una lucentezza metallica, appunto come se il sottile involucro in cui è avvolto come una mummia fosse riempiuto in parte di mercurio; questo involucro è tanto sottile e trasparente, che traverso ad esso si scorge facilmente qualunque parte dell'insetto perfetto che fra poco ne emergerà. L'apparenza metallica, ora accennata, si suppone che derivi dallo svolgersi di una piccola quantità di gas dal corpo dell'insetto nella metamorfosi che subisce; questo gas frapponendosi tra l'involucro della crisalide ed il corpo dell'insetto, li ajuta a staccarsi l'uno dall'altro facilitando così l'operazione con cui l'insetto esce dal suo carcere. L'involucro della crisalide si adatta alla forma ed alle membra dell'insetto, come un guanto si adatta alla mano; in maniera che dopo che se n'è liberato l'insetto, l'involucro ne mostra ancora con molta precisione la figura e le dimensioni.

XLIII.

Quando l'animaletto si è spogliato del suo inviluppo, rimane apparentemente incerto per pochi minuti su qualche pianta vicina,

Fig. 31.

dove ripulisce diligentemente le ali e le sveste dell'ultima pellicola del fodero entro cui erano state inserite; allora assume la bella forma ed esercita le funzioni che appartengono al suo stato perfetto, divenendo l'insetto effimero che è presentato dalla fig. 31.

XLIV.

Allora si libra sulle ali nel nuovo elemento, l'aria, e vi raggiunge a decine di migliaja i compagni che quasi simultaneamente hanno subito una somigliante trasformazione. In un bel dopopranzo d'estate o d'autunno si ponno vedere a svolazzare per l'aria degli sciami di qaeste creature, ciascuna delle quali ha lasciato in questo stesso giorno lo stato di crisalide. Ogni femmina dello stormo si cerca un

compagno e quando lo ha scelto, si ritraggono insieme sul fogliame di qualche pianta vicina. Immediatamente dopo che si sono accoppiate, le loro cure sono quelle che prodigherebbero la più tenera sollecitudine paterna alla parte futura che però sono destinati a non rimirare. Conscii, apparentemente, che i loro figli avranno ad abitare un elemento assai diverso da quello in cui passa la loro breve esistenza, essi volano in cerca di acqua, e, quando l'abbiano trovata, le provvide madri vi depongono le uova raccolte in piccolo pacchetto che vi galleggiano; allora i genitori li abbandonano al calore dell'atmosfera da cui in seguito sono covati, e avendo compiuto in tal guisa l'ultimo e più importante ufficio della loro vita, quello di crescere e di moltiplicare la loro specie, cadono morti, cosicchè tutto il periodo dell'esistenza di questo vispo insetto si limita a poche ore di un pomeriggio d'estate.

XLV.

È così imperiosa la volontà della natura nel far osservare le sue leggi che, se con qualche mezzo artificiale si impedisce che l'insetto emergendo dal suo involucro di crisalide abbia ad unirsi ai compagni e lo si tenga in solitudine, se ne può prolungare la vita molto al di là del termine naturale, come se non vivesse che per adempire il comando ricevuto dal suo Fattore. Il dottor Goring constatò questo fatto acchiappando un insetto effimero, appena emerso dallo stato di crisalide, tenendolo imprigionato per parecchi giorni, durante i quali continuò a vivere: egli osservò che in tal caso l'insetto non sembrava per nulla affievolito, anche tenendolo così rinchiuso per una settimana, cosicchè liberandolo se ne volava via allegramente; trovava il compagno, produceva le sue uova e vi provvedeva e moriva poi immediatamente.

XLVI.

È da marcarsi che queste piccole creature non prendono cibo durante la loro effimera esistenza: e la sola funzione che esercitino è quella della propagazione.

XLVII.

Sembra che in qualche località questi insetti si trovino in numero così smisurato che dopo morti i corpi ne coprono il terreno di uno strato di considerevole spessore, e vengono raccolti a carrettate dagli agricoltori che se ne valgono come letame.

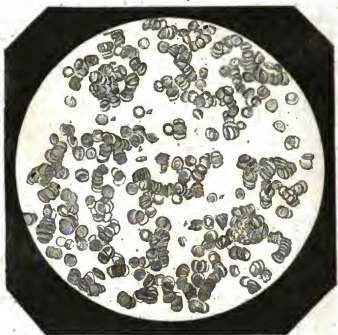



Fig. 38. — *Veduta di un sottil disco di sangue umano, compresso fra due lastre di vetro, del diametro reale di un 120.° di pollice, rappresentato col dagherreotipo dai signori Donnè e Foucault.*

Capitolo Terzo.

XLVIII. Lo scarafaggio. — XLIX. Sua larva. — L. Sua figura nelle dimensioni naturali. — LI. Copia in dimensioni ingrandite disegnata dal dott. Goring. — LII. Nascita dello scarafaggio dall'uovo. — LIII. Larva dell'insetto piccolo. — LIV. Sua voracità e maniera di caccìare la preda. — LV. Descrizione de'suoi organi. — LXI. Sua crisalide. — LVII. Scarafaggio acquatico. — LVIII. Zanzara. — LIX. Metodo di disegno del dott. Goring. — LX. Disegni fatti colla camera lucida. — LXI. Sezione della cute umana; glandole e vasi del sudore. — LXII. Insetto della scabbia. — Maniera di procurarselo.

XLVIII.

Lo scarafaggio, presentato nella fig. 32, è un altro insetto della cui larva il dott. Goring ci ha lasciato un bel disegno.

XLIX.

Anche la larva di questo insetto vive nell'acqua. È rimarchevole per le sue inclinazioni feroci e crudeli e per i varii organi forniti-gli dalla natura per soddisfare alle sue tendenze rapaci. Si può infatti asserire che nessun'altra simile creatura è munita di armi distruttive così potenti, così numerose, e così perfettamente acconce allo scopo: è per tal motivo che l'insetto, nel suo primo stadio di esistenza, si denomina volgarmente il diavolo acquatico. La sua lunghezza, quando ha raggiunto il massimo sviluppo, è di circa un pollice e mezzo e sono veramente sorprendenti la forza, il coraggio e la ferocia con cui assalisce piccoli pesci ed altri animali d'acqua più grandi di lui.

Fig. 32.

L.

La fig. 33 presenta questa creatura nelle dimensioni naturali e prima che abbia raggiunto il suo pieno sviluppo.

LI.

La sua rappresentazione ingrandita, data dalla fig. 34, è incisa dietro un disegno del dott. Goring.

LII.

Nei primi mesi di primavera si ponno vedere negli stagni a galleggiare fra le erbacee dei piccoli nidi che contengono le uova di questi insetti; sono di forma sferica, di colore bianco scuro e di contessitura serica, sono attaccati alle radici ed agli steli delle erbe al fondo dell'acqua da un sottile filamento della medesima sostanza di cui è fatto il nido, ma più robusto e più denso.

Fig. 33.

Per questa disposizione durante l'inverno vengono preservati dall'azione del freddo anche quando s'agghiacci la superficie dell'acqua; perchè, per una legge termica naturale la temperatura cresce andando all'ingiù.

Sul principio della primavera, il gambo o filamento da cui sono attaccati alle erbe viene spezzato dai venti, e i nidi staccati essendo, a pari volume, più leggeri dell'acqua vengono spinti a galla, dove le uova sono covate, trovandosi esposte al calore del sole all'avanzarsi della stagione. Però la larva, dopo aver rotto il guscio, si trova ancora imprigionata nel nido foggiato a borsa; e compie la propria liberazione rodendola in modo di farvi un foro; sfuggita da questo si tuffa immediatamente al fondo divorando ardentemente tutti i piccoli insetti acquatici che incontra. Quando però questo alimento fosse scarso, la voracità di queste creature è tale che si assalgono e si divorano a vicenda.

LIII.

Quando la larva è giovanissima e non ha ancora raggiunta la lunghezza di un quarto di pollice, è abbastanza traslucida perchè se ne possa distinguere la struttura interna al microscopio, mediante la luce trasmessa traverso ad essa. Il colore della testa appare di un bel giallo indiano con isfumature più oscure di un castano chiaro. Gli occhi sono di un carminio brillante; il rivestimento di peli è più rado di quando arriva a maturità; le natatoje o palette sono più corte e il suo capo è in proporzione più grande rispetto al corpo.

LIV.

La maniera con cui caccia la sua preda mostra un'intelligenza straordinaria; la maggior parte degli animali di cui si nutre essendo crostacei, hanno il capo ed il dorso coperto da un guscio che loro serve di armatura, ma hanno indifeso il ventre e la parte inferiore del corpo; quando uno di questi attira l'attenzione della larva, essa giunge al proprio intento nuotando sotto alla vittima che si è designata, e quando le si trova vicino sufficientemente volgendo la testa all'insù, afferra la preda fra le antenne riunite, AA, fig. 34; tenendola così sicuramente avvinghiata, la ferisce al ventre colle sue taglienti mandibole, BB, in modo di porla fuori di combattimento, poi si innalza alla superficie dell'acqua e tenendo la vittima fuori di questa in modo da impedirle ogni contesa, la scuote come farebbe un cane con un sorcio.

La prossima operazione è di trapassarla con un'arme rappresentata in D, che esce da un fodero corneo; questo strumento, quando non lo adopera, è riposto nella sua vagina. Come lo si vede nella

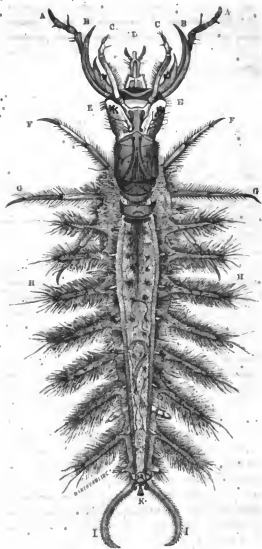



Fig. 31.

figura, esce dal fodero per circa tre quarti della sua lunghezza. Quest'arme singolare si compone di un pungiglione e di un succhiatojo, di cui il primo serve a fare la ferita e l'altro a succhiarne il sangue od altri succhi. Quando per la natura della parte attaccata, l'arme fallisce il colpo, la vittima viene afferrata tra gli uncini serrati d'un pajo di tanaglie, CC, da cui è fatta a pezzi e i sughi sono più facilmente avvicinati al succhiatojo, D.

LV.

Quando sia nutrito abbondantemente, l'insetto giunge al suo pieno sviluppo in tre o quattro mesi e allora è quasi opaco e coperto di peli. Preso, e tenuto parecchi giorni senza cibo, se ne accresce di molto la ferocia, cosicchè assalisce degli insetti molto più grandi di lui, se gli vengono accordati, e divora anche altri individui della sua specie. La sua prudenza e la sua intelligenza, però, si spiegano nell'evitare studiosamente quelli con cui gli sarebbe pericolosa la lotta, come per esempio gli scorpioni acquatici.

Gli occhi sono composti ma conformati in modo specialissimo, perchè consistono in sette pupille ovali disposte come le foglie da ciascuna banda di uno stelo, nella maniera che si vedono in EE; tutto il capo è la cassa sono vagamente screziati di linee e di macchie.

È dotato di tre paja di gambe, le anteriori FF, le posteriori HH, le intermedie GG; ogni gamba termina con un artiglio affilato. Da ciascun lato del corpo sporgono sette natatoje o palette, similmente poste e distribuite ma non di struttura simile a quelle della larva dell'insetto effimero anzi descritto: esse sono coperte di peli, e nell'esemplare da cui venne ricavato il disegno vi era attaccato un gran numero di minuti animaletti foggiati a campana, che si ponno scorgere nella figura.

L'addome si congiunge alla cassa o torace, un po' di sopra al primo pajo di natatoje e si stende fino al principio della coda biforcuta: lateralmente all'addome si stendono due trachee o canali dell'aria che, come si è spiegato, fanno le veci di polmoni: in questo caso sono di un leggero azzurro e ne derivano molte ramificazioni a varj intervalli del loro andamento. Queste trachee si compongono di fibre di forma curiosa, che si avvolgono intorno le une alle altre come i fili intrecciati di una corda, come si può vedere nella figura. Questi vasi sono di solito distesi dall'aria che li gonfia; il loro diametro in una larva in pieno sviluppo è di circa un sedicesimo di pollice.

Il dott. Goring dice che esaminando queste membrane col microscopio nella solita maniera, vi si scopre il più bel lavoro di linee che si possa immaginare. I filamenti dei lati superiore ed inferiore intersecandosi sotto angoli differenti, producono un effetto che non potrebbe essere superato dal più fino e più bel lavoro a macchina.

Gli orificii per cui respira sono nella coda, e tutte le volte che esso inspira l'aria è obbligato di salire a galla, dove caccia la coda fuori dell'acqua e l'aria si introduce per le aperture di questa, finchè tutte le trachee sono gonfie: fatto ciò cala di nuovo nel suo elemento e mano mano che l'aria così inspirata ha cambiato carattere per il suo contatto col sangue e si è perciò resa inetta al mantenimento della vita, viene espulsa dai medesimi orificii della coda per dove è entrata, e la si può vedere salire in bolle alla superficie dell'acqua.

Il dott. Goring osserva che confrontando gli organi respiratorii di questo insetto con quelli di un bruco risulta una bella prova dell'adattamento della loro organizzazione agli elementi in cui vivono. Nel caso del bruco, ogni parte trovandosi sempre esposta all'atmosfera, lungo ciascun lato del corpo sono distribuite delle bocche od orificii per inspirarvi l'aria mentre questo sistema non potrebbe servire per una larva acquatica senza costringerla a spingere tutto il corpo fuori dell'acqua ogni volta che volesse fare una inspirazione. Questa necessità è tolta dall'essere collocate nella coda le bocche respiratorie.

Nel riconoscere l'ammirabile saggezza di questa disposizione nelle due specie di insetti, non si deve dimenticare, che nel caso della larva dell'insetto effimero suddescritta che è pure un insetto acquatico, gli orificii di respirazione, secondo la descrizione del dott. Goring, sono situati nelle palette membranose lungo i lati e che l'aria viene assorbita dal liquido circostante.

LVI.

Dopo che questa creatura è rimasta per un tempo considerevole nello stato di larva, e quando sembra che si accorga dell'avvicinarsi dell'epoca del suo passaggio al secondo stadio di esistenza, cioè la crisalide, esce dall'acqua e si scava da sè stessa un buco nel suolo; ivi subisce la metamorfosi per cui passa allo stato di crisalide, e rimasta qualche giorno in questo stato ne emerge lo scarafaggio perfetto.

La femmina porta da ciascuna parte della sua estremità posteriore un apparato da filare di cui si serve per formare la borsa in cui depone le uova, che si è già descritta.

LVII.

Il dott. Goring ci ha lasciato anche un disegno di un' altra specie di dytiscus che è lo *scarafaggio acquatico*.

Quest'insetto nella maniera di propagarsi e nelle abitudini somiglia all'altro or ora descritto. È carnivoro e d'un'indole feroce e crudele. Se lo si pone in un vaso insieme ad altri insetti acquatici, in breve tempo li divora.

La figura 35 lo presenta ingrandito: lo si vede nelle vere dimensioni nella figura inferiore. Il disegno da cui fu presa questa incisione venne fatto immediatamente dopo che ebbe lasciata la prima pelle, perchè in questo momento la sua organizzazione interna si può vedere più distintamente che a qualunque altro istante della sua esistenza, a motivo della sottigliezza e della trasparenza dei vasi sviluppati di recente. La sua struttura anatomica è più delicata e più bella di qualunque altra larva dell'ordine dei coleotteri, e sebbene le sue armi offensive sembrino meno formidabili di quelle del diavolo acquatico, e di varie altre specie, questo è più che compensato dal modo rimarchevole in cui si rendono visibili le sue funzioni interne, quando si riguardi l'insetto puramente come un oggetto microscopico.

È armato di un pajo di mandibole ricurve che muove orizzontalmente e che sono lunghe abbastanza per incrociarle quando sono chiuse. Sono di un bel colore di noce, che si fa più carico verso la punta dove sono dure e taglienti. Con queste l'insetto afferra la preda, e avvicinandola alla bocca ne succhia il sangue, dopo averlo punzecchiato. Esso si delizia in tale operazione senza uccidere la sua vittima, a meno che non vi sia costretto dalla forza superiore di quest'ultima. Se prende la larva di una zanzara o di qualche altro tenero insetto, ne porta le differenti parti alla bocca, divorandolo a poco a poco tranne la pelle che rigetta. Se la preda è un animale forte protetto da uno scudo esterno, lo afferra e lo tiene fermo per qualche tempo finchè la vittima sia completamente spossata; o, dopo averlo ferito in parecchi luoghi, lo volge di sotto in sopra e ne succhia il sangue.

Queste larve nuotano con molta agilità perchè le loro gambe posteriori operano di concerto come quelle di una rana, mentre tiene intanto erette le antenne e nascosti i palpi. La voracità dell'insetto

non si limita agli insetti acquatici, ma si esercita in modo assai distruttivo sui giovani pesci nelle peschiere. M.r Anderson amministratore dei giardini botanici di Chelsea informò M.r Westwood, che

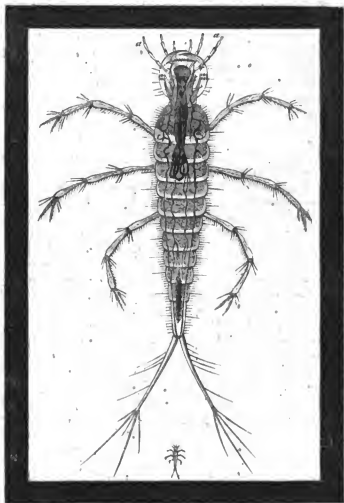



Fig. 35.

queste creature gli erano assai nocive perchè assalivano le teneri orate e i pesciolini argentini e ne mangiavano le pinne del dorso e del petto. Il dott. Burmeister ricorda pure che un individuo ch'egli

possedeva divorò due ranocchi nello spazio di quaranta ore e che avendolo notomizzato poco dopo, trovò ciononostante che li aveva perfettamente digeriti. Sono molto audaci nei loro assalti perchè prendono insetti assai più grandi di loro. Si valgono delle gambe anteriori come di artigli per afferrare la preda.

Un individuo che Esper tenne vivo per tre anni e mezzo nell'acqua, cibandolo di manzo crudo, secondo asserisce Clairville, distrusse un individuo di grandezza doppia della sua, di un grande idrospicio, ferendolo cogli artigli dove il capo si congiunge al torace, che è il solo suo punto vulnerabile. Il dott. Esper osservò che il suo individuo succhiava il sangue dei pezzetti di carne che gli sporgeva e che i residui ne apparivano come piccole masse bianche galleggianti sull'acqua.

Secondo Esper ed Erichson, questi insetti ponno digiunare parecchie settimane e anche dei mesi purchè si tengano nell'acqua, ma muojono in pochi giorni estraendoli da questa. Si osserva che salgono frequentemente a galla a prendervi l'aria per la respirazione e in tempo di sole vi si ponno vedere fermi colla estremità del corpo sporgente fuori dell'acqua e le gambe distese ad angolo retto.

Si ponno vedere soventi volte nelle calme sere d'estate uscire dall'acqua e arrampicarsi sugli steli dei giunchi da cui dopo breve tempo pigliano il volo innalzandosi verticalmente nell'aria fino a perdita di vista. Ridiscendono pure a piombo, cadendo nell'acqua con impeto considerevole. Si vede pure che la riflessione della luce contro l'acqua serve a informarli del luogo conveniente per la loro discesa, poichè M.r Westwood li vide cadere molte volte con violenza sulle vetriate delle serre dei giardini ch'essi avevano evidentemente preso per acqua.

Se ne trovano in tutte le stagioni dell'anno, ma più frequentemente verso l'autunno. Durante il verno alcuni rimangono nell'acqua o si seppelliscono nel fango; in uno stato di torpore; altri conservano la loro agilità e si può vederli venire a pigliar aria nei luoghi dove il ghiaccio è rotto. M.r Westwood li ha veduti anche a nuotare nell'acqua sotto il ghiaccio su cui egli sdrucciolava.

La femmina depone le uova verso il cominciare della primavera, deponendone ad ogni volta da quaranta a cinquanta di forma lunga cilindrica, che si depongono nell'acqua a caso, e le larve ne nascono nel giro di quindici giorni.

La larva del dytiscus marginalis è assai attiva e perde la pelle, per la prima volta, dopo quattro o cinque giorni. La seconda muta avviene dopo un eguale intervallo, e quando l'insetto continua a crescere perde la pelle ad intervalli di circa dieci giorni. La

pelle di cui si spoglia si può spesso vedere a galleggiare sull'acqua con attaccate le mandibole, la coda e le appendici. Queste larve sono d'un colore ocraceo scuro, o d'un bruno sporco, col corpo lungo e quasi cilindrico più sottile alle due estremità ma specialmente dalla parte della coda. Il corpo consiste in undici segmenti, oltre il capo. I primi nove segmenti sono talvolta scagliosi superiormente ma carnosi di sotto. Il primo segmento è più lungo e più stretto del seguente. Il sesto, settimo ed ottavo sono più grandi degli altri, che sono pressappoco di grandezza eguale e le due giunture terminali sono lunghe e coniche; la cima è leggermente troncata e scagliosa, i fianchi ornati di peli, e con esse l'insetto può nuotare nell'acqua, valendosi di queste giunture alla maniera dei remi adoperati nei battelli.

I segmenti terminati dalla coda sono muniti d'un pajo di lunghe e sottili appendici pelose, con cui l'insetto può librarsi alla superficie dell'acqua, che, al dire di Swammerdam, fugge da ogni parte da esse e così può rimanere sospeso. Queste appendici sono tubulari e comunicano coi canali dell'aria che scorrono lungo i lati del corpo, che per di più è fornito di una serie di punte a spiraglio, come si vede nella figura. La testa è grande, rotonda, schiacciata e unita al primo segmento da un breve collo, ed ha cinque o sei piccoli tubercoli rialzati che rappresentano gli occhi. Vi sono due sottili antenne, che si vedono in *aa* nella figura 35 di una lunghezza quasi eguale al diametro della testa, inserite davanti agli occhi e formate di sette pezzi. La bocca è di una struttura rimarchevole mancando della solita apertura cosicchè l'insetto si può descrivere e venne descritto infatti come privo di bocca.

Le mandibole, che nella figura si vedono sporgere davanti alla testa, sono cave, con una fenditura longitudinale presso l'estremità; cosicchè la creatura può succhiare traverso ad esse i succhi della sua preda a quel modo che si succhia un liquido con una paglia o con una penna, e i succhi dalle mascelle decorrono nella bocca.

Le gambe dell'insetto sono lunghe, snelle e ciliate all'infuori, servendo da remi quando nuota velocemente. Il corpo, generalmente diritto, s'incurva a foggia della lettera S quando la creatura ghermisce la sua preda. Durante l'estate si dice che la larva raggiunga il suo pieno sviluppo in circa quindici giorni, e allora abbandona l'acqua e s'arrampica sulla terra circostante, dove forma una cella rotonda con considerabile destrezza, in cui in circa cinque giorni si trasforma in una crisalide bianchiccia con due punte ottuse alla estremità del corpo. In quindici giorni o tre settimane all'incirca ne esce

lo scarafaggio perfetto. Se, però, la trasformazione in crisalide avviene in autunno, la creatura non passa alla forma di insetto perfetto che nella primavera successiva.

Lo scarafaggio è dapprima molle e gialliccio, ma presto si indurisce e assume una tinta più scura. Però non acquista la conveniente consistenza che al terminare dell' ottavo giorno.

Il dott. Goring nel descrivere il campione da cui tolse il disegno, dice che i tre primi segmenti del corpo, cominciando dal collo, contengono un fascio di nervi, terminanti in tre cordoncini, che sono visibilissimi nella giovane larva essendo di un colore più brillante di qualunque altra parte del corpo. Si scorgono nella figura come un fascio di fili o di cordicelle che si stende dal mezzo della testa all'estremità della terza giuntura del corpo.

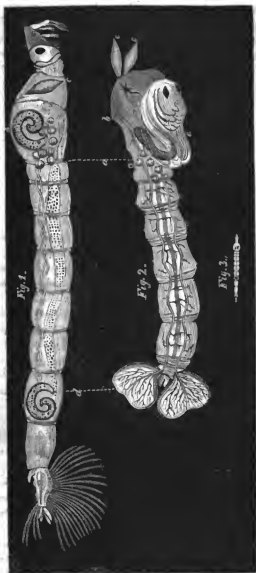
Le due grandi trachee, partendo dalla testa, raggiungono il massimo sviluppo verso la terza giuntura del corpo. Si stendono lateralmente al corpo fino ad un punto presso la sua estremità dove si riuniscono e terminano. Da questi tubi dell'aria, nel loro corso lungo il corpo, derivano molte ramificazioni che si vedono nella figura. Queste trachee sono quattro, due interne e due esterne. Le interne cominciano al ganglio che termina alla terza giuntura del corpo, e scompajono alla terza giuntura partendo dalla coda. All' ultima giuntura è situato l'organo della pulsazione.

LVIII.

Il dottor Goring ci ha lasciati anche due bei disegni della larva e della crisalide della zanzara, copiati da un individuo della specie denominata *tipula cristallina* di De Geer, *chironomus plumicornis* di Fabricius e *cosethra plumicornis* di Stephens. Qui sono riprodotti questi belli oggetti dalle incisioni del dottor Goring, essendo rappresentata la larva nella fig. 1, la crisalide nella fig. 2, e una projezione della larva nella grandezza naturale nella fig. 3.

La zanzara, di cui queste sono le forme precedenti, è rappresentata nella fig. 36, e la si è disegnata nell'atto che la creatura stava deponendo il gruppo di uova figurato alla sua destra. La breve linea fra le figure esprime la vera lunghezza del corpo dell' insetto. La lunghezza delle uova varia da $^1/_{40}$ ad $^1/_{30}$ di pollice.

Nella larva (fig. 1), balzano all' occhio le parti curiose in forma d'arnione, *b* e *d*, due delle quali sono situate presso il capo e le altre due nella terza divisione partendo dall' estremità inferiore. Le prime due sono inclinate fra loro, mentre le altre giacciono in piani

paralleli, come si vedono in projezione ed in grandezza naturale nella fig. 3. I fisiologi non hanno ancora scoperto quali funzioni

sieno compinte da questi organi singolari; è però degno d' osservarsi che si rimarca una struttura somigliante nel ranocchio la quale

venne descritta nelle lezioni di sir Everard Home sull'anatomia comparata. Altre parti della sua struttura che appajono altrettanto singolari e curiose sono una quantità di globuli, *a*, situati presso alla prima coppia dei corpi *b*.

Questi globuli sono dotati di un lieve movimento oscillatorio in varie direzioni, e come i corpi reniformi, sembrano di una lucen-

Fig. 36.

tezza metallica ma non sono opachi. Per il loro squisito pulimento questi corpi riflettono le forme degli oggetti circostanti, per es., le sbarre delle finestre, ecc., e queste sono indicate nel disegno dai piccoli quadrati, somiglianti alle immagini prodotte dagli specchi convessi.

Quando si esamini per disopra la larva mostrata nelle sue maggiori dimensioni nella fig. 3, vi si scorge la posizione e l'incrocicchiamento di varii muscoli che si stendono lungo il tergo e si vedono intersecarsi nelle giunture e nei punti intermedii ad esse.

I canali alimentari sembrano contenere alcune particelle di una sostanza di color di rosa; del resto ogni parte dell'oggetto, come lo si vede nel microscopio, è segnata così accuratamente nella figura che torna affatto superflua una descrizione più minuta.

Se l'insetto è nutrito a sufficienza non rimane che poche settimane nello stato di larva dopo di che si trasforma rapidamente nella crisalide qui figurata (fig. 2). Quando si voglia conservarla per il microscopio si deve ritardarne la trasformazione tenendola nell'acqua chiara di sorgente o di fiume. La prima serve rare volte di nutrimento ad altri animaletti, e si può quindi conservare il che è spesso desiderabile in vista della rarità della specie.

La trasformazione di questo animale dallo stato di larva a quello di crisalide è uno dei mutamenti più singolari e maravigliosi che si possano immaginare, e, sotto al microscopio, offre all'ammiratore della natura lo spettacolo più curioso e più interessante. Quantun-

che l'intera operazione si compia immediatamente sotto gli occhi dell'osservatore; la trasformazione è così completa, che nel nuovo stato di esistenza se ne può riconoscere a malapena l'organizzazione primitiva.

Confrontando le varie parti della larva con quelle della crisalide, si osserva un cambiamento sorprendentissimo nella coda, la quale mentre nel primitivo modo d'esistere si componeva di ventidue rami vagamente piumati, nel nuovo si converte in due fini tessuti membranosi, con numerose ramificazioni di vasi. Questo cambiamento sembra tanto più sorprendente, che non si può scorgere la più leggera somiglianza fra le due code, nè si scoprono prontamente nell'acqua le vestigia della coda primitiva. Un'altra circostanza curiosa è lo sparire parzialmente dei corpi foggiati a conchiglia o reniformi. Si può congetturare che i due inferiori servano a formare la nuova coda; perchè, contando il numero delle giunture a partire dalla testa, la nuova coda si trova attaccata a quella giuntura che era più vicina ad essi, nello stato di larva, come è indicato dalla linea punteggiata *d* fra le figure 1 e 2. I due piccoli corni, *c c*, che formano le antenne a bianche piume di questa specie di zanzara, quando è nello stato perfetto, si ponno discernere nella larva ripiegata sotto la pelle presso al capo in *c*; fig. 1. Il canale alimentare si vede quasi scomparso nella crisalide, e di fatti in questo stato esso non è necessario perchè allora l'insetto si astiene interamente dal cibo; mentre i due vasi intrecciati, che si vedono nella larva presso questo canale, ora appajono più distinti e sono dotati di parecchi rami di anastomosi.

Sul finire del giorno in cui fu eseguito il disegno si poterono vedere i rudimenti delle gambe dell'insetto perfetto, ripiegate sotto quella parte che sembra essere la testa della crisalide, e parecchi dei globuli scomparvero, rimanendovi i più lunghi che erano situati presso al capo. È poi necessario d'osservare che la testa della crisalide nuota immediatamente sotto il livello dell'acqua e che in questo stato l'insetto sta quasi perfettamente verticale in quel fluido, mentre la larva nuota col corpo orizzontale o riposa sul ventre o sui fianchi in fondo allo stagno od al vaso in cui è tenuta, colla coda frangiata all'ingiù.

Il colore della larva quando è giovane è di un giallo pallido e appena percettibile; ma quando si avvicina alla muta, assume una tinta più ricca e più carica e tutte le parti interne acquistano le loro forme definite e i colori come sono presentate nel disegno.

L'osservazione di questo insetto dà luogo ad un singolare inci-

dente: sono così rapidi i suoi movimenti che tormenta l'occhio di chi tenti di disegnarlo col presentargli alternativamente il capo e la coda. Questo effetto è dovuto al suo piegarsi lateralmente in forma di cerchio e coll'incurvarsi poi improvvisamente nella direzione opposta a quella di poco prima.

Molte specie di questa famiglia di insetti, nello stato perfetto, posseggono una proboscide foderata contenente gli strumenti con cui ponno punzecchiare la pelle degli uomini e delle bestie, ed injettare contemporaneamente nella ferita un fluido acre. Però, la specie che ora descriviamo non venne esaminata abbastanza minutamente per determinare la forma di questi organi. È di un leggero colore paglierino con due belle antenne o tentacoli.

Anche le ali di questa zanzara sono d'un dilicato color di paglia, e sono dei più belli oggetti che si possano vedere al microscopio quando sieno montati sotto una sottil lamina di vetro. Alcune specie hanno ali marginate e coperte di fine scaglie. Queste, come le piume sugli orli, sono buoni oggetti per il microscopio ed offrono in ciascuna cinque o sei righe longitudinali, marcate così fortemente che si ponno vedere con qualunque specie di luce, e non richiedono un'efficacia superiore nell'istrumento con cui si osservano.

Questi insetti generano mentre svolazzano per l'aria e la femmina depone le uova nell'acqua, scegliendo un luogo appartato, dove li possa deporre fuor di pericolo. È questa probabilmente la causa per cui si scopre così difficilmente la larva; e chi ne fa raccolta può procurarsene di rado per due stagioni consecutive nel medesimo luogo.

LIX.

Il metodo di eseguire questi disegni, seguito dal dott. Goring, non differisce menomamente da quello degli artisti quando fanno un ritratto, perchè il pennello è guidato dall'occhio e la perfezione della somiglianza non dipende che dall'abilità dell'artista.

LX.

Il dott. Goring faceva osservare che in questi casi non poteva offrire gran sicurezza di precisione nemmeno la camera lucida a motivo del continuo muoversi dell'oggetto da copiarsi: però questo inconveniente non s'incontra che nel caso di oggetti viventi e quel mirabile strumento viene adoperato in moltissimi casi per eseguire

dei disegni microscopici. Siccome intendiamo di descriverlo in un prossimo trattato e di spiegare la maniera di applicarlo al microscopio, non è necessario che ci arrestiamo a spiegarlo qui. Basterà soltanto il dire che un abile disegnatore può col mezzo di esso delineare non appena il contorno generale ma anche la maggior parte dei dettagli meno minuti d'un oggetto microscopico seguendo un processo simile a quello con cui si copia un disegno sulla carta e suscettibile di altrettanta esattezza. È bene di osservare peraltro che negli ultimi tocchi e nei più minuti dettagli, l'abilità artistica del disegnatore deve al postutto dirigerne il pennello. E quanto ciò sia vero, è comprovato dal fatto che due disegni d'uno stesso oggetto, veduto col medesimo microscopio, ed eseguiti colla stessa camera lucida da artisti di abilità differente, sono differenti fra di loro.

Come nel caso precedente, offriremo al lettore alcuni esempii di disegni microscopici eseguiti colla camera.

Fig. 41. Sezione ingrandita della cute umana in cui si vedono la glandula traspiratoria e il suo condotto, disegnata colla camera dal Dott. Mandl.

LXI.

La figura 41 presenta una sezione ingrandita della cute umana tagliata verso l'interno perpendicolarmente alla superficie fino alla profondità di circa un sesto di pollice. La serie delle parti organizzate comprese in questa profondità è la seguente: *a* glandola sudorifera; *bc* canale del sudore che mette alla superficie della cute; *d* tessuto sottocutaneo cellulare ed adiposo; *e* derma o pelle vera; *f* le papille; *g* tessuto mucoso o epidermide interna; *h* l'epidermide o pelle superficiale.

LXII.

Attualmente si ammette, sebbene il fatto sia stato a lungo posto in dubbio, che la malattia del corpo umano chiamata rogna e la scabbia dei cavalli sieno prodotte da un insetto che cova sotto la cuticola della pelle. Quest'insetto, denominato *acarus scabiei*, è rap-

presentato assai ingrandito nella figura 42. Per estrarlo, l'operatore, dice Mr. Quekett, deve esaminare accuratamente le parti circostanti ad ogni pustula; e troverà generalmente nel primo periodo della malattia una macchia od una linea rossa comunicante con essa; è questa parte e non la pustula che si deve tentare con uno strumento acuminato, e se l'insetto è perfetto lo si estrarrà dal suo nascondiglio. L'operatore non deve scoraggiarsi di ripetute maleriuscite perchè anche nei casi più marcati è spesso difficilissima la scoperta dei luoghi frequentati da questa creatura.

Fig. 42. — Veduta dell'insetto della rogna, disegnato colla camera dal Dott. Mandl: è ingrandito 120 volte nelle dimensioni lineari e perciò 14400 volte in superficie.

LXIII.

Che la scabbia sia cagionata da un simile insetto non è assolutamente una dottrina moderna. Kirby fa menzione di un medico Moresco che, nel secolo decimosecondo, affermò che questa malattia era dovuta a piccoli vermi o pidocchi striscianti sotto la pelle delle mani, delle gambe e dei piedi e producenti pustule piene di materia; egli cita anche Joubert altro medico antico che descrisse l'insetto della scabbia sotto il nome di sironi e disse che stanno sempre nascosti sotto l'epidermide sotto cui strisciano a somiglianza delle talpe, rodendola e producendovi un prurito penosissimo. Si era supposto da taluni che fossero identici ai pidocchi; ma il dott. Adams dimostrò che ciò non poteva essere dal punto che vivono sotto la cuticola: questi li descrive viventi in tane che si sono scavate da sè stessi nella pelle, presso ad un lago d'acqua, da cui se vengono estratti con un ago e posti sull'unghia mostrano al sole le loro teste rosse e i piedi con cui camminano: furono estratti e disegnati col microscopio da molti osservatori moderni. L'individuo delineato nella figura 42 fu disegnato da un mio amico, il dott. Mandl ben conosciuto per la sua grande opera sull'anatomia microscopica.

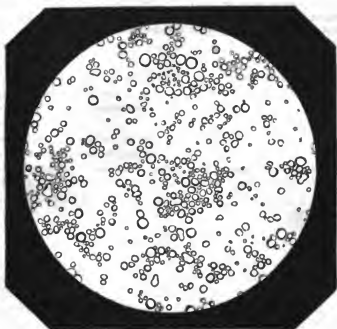



Fig. 40. — *Sottil disco di latte di vacca del diametro di un 120^mo di pollice, ingrandito 400 volte nelle dimensioni lineari e 160000 in superficie.*

Capitolo Quarto.

LXIV. Struttura dell'insetto della scabbia. — LXV. Suoi costumi. — LXVI. Insetto della scabbia delle bestie. — LXVII. Sua forma e sua struttura. — LXVIII. Difetti che posono presentare i disegni fatti colla camera. — LXIX. Fotografie microscopiche. — LXX. Dagherreotipi microscopici dei signori Donné e Foucault. — LXXI. Descrizione del sangue. — LXXII. Corpuscoli rossi e bianchi. — LXXIII. Disegno al dagherreotipo ingrandito di una goccia di sangue. — LXXIV. Grandezza dei corpuscoli. — LXXV. Causa del color rosso del sangue. — LXXVI. Corpuscoli degli animali inferiori. — LXXVII. Globuli bianchi. — LXXVIII. Granelli bianchi. — LXXIX. I globuli bianchi si convertono nei corpuscoli rossi. — LXXXI. I corpuscoli rossi si sciolgono. — LXXXI. Circolazione del sangue. — LXXXII. Maniera di dimostrarla nella lingua d'una rana. — LXXXIII. Modo di distinguere le arterie dalle vene. — LXXXIV. Sistema vascolare della lingua. — LXXXV. Glandole mucose. — LXXXVI. Latte; sua composizione. — LXXXVII. Aspetto ingrandito d'una goccia di latte. — LXXXVIII. Globuli del burro. — LXXXIX. Il numero ne è variabile. — XC. Ana-

LXIV.

Il D. Bononio avendo diretti i suoi studii sull'insetto della scabbia, lo trovò molto lesto nei suoi movimenti, coperto di brevi peli, e fornito di una testa spaventevole da cui escono un pajo di forti mandibole.

Alle estremità delle sue quattro paja di gambe vi sono piedi di forma rimarcabile munito ciascuno di un succhiatojo con cui egli inferì che si succhiasse o si scavasse la strada sotto la pelle, dopo essersi prima scavata una nicchia colle mandibole. Gli insetti vi formano il nido, vi depongono le uova e si moltiplicano rapidamente.

LXV.

Più recentemente il D. Bourguignon studiò le abitudini di questo insetto con un microscopio di speciale costruzione, e confermò le scoperte del D. Bononio. Egli trovò che l'insetto si attacca nei solchi della pelle mediante i succhiatoj dei suoi piedi, aiutati da piccole setole, e che con simili setole di cui è coperto in varie parti del corpo vi si stabilisce più saldamente mentre lavora la sua via colle mandibole: non è dotato di occhi ma nel momento del pericolo ritira prestamente il capo ed i piedi, con un movimento simile a quello d'una tartaruga a cui somiglia anche nel portamento. Di solito depone sedici uova che dispone a due a due nelle rughe sotto la pelle dove nascono in circa dieci giorni.

LXVI.

L'insetto che produce od accompagna la scabbia dei cavalli e che si denomina *acarus exulcerans* è rappresentato nella fig. 37 ingrandito 150 volte nelle dimensioni lineari.

LXVII.

Questo animaletto è più grande del precedente e si può avere più facilmente; lo si trova sotto le scaglie bianchiccie che si staccano

dalla pelle del cavallo, e quando vi si prendano diversi individui si trovano diversamente sviluppati: quelli in pieno sviluppo hanno quattro paja di gambe; le due paja anteriori sono terminate da un artiglio robusto e tagliente e nella forma generale somigliano alle gambe d'un pulce consistendo di cinque parti o segmenti.

La testa non consiste che in una bocca in cui si vedono gli organi della masticazione che sono un pajo di mandibole assai fine e taglienti terminate da due denti, cosicchè la forma complessiva di tali organi è quella d'una tenaglia. La pelle, ch'è di contessitura dura e coriacea, è disegnata elegantemente di linee sinuose e parallele.

In qualche parte vi si vedono delle grinze come se ivi fosse diviso in segmenti separati, uniti margine a margine, come le ossa che compongono lo scheletro umano; sulle gambe la pelle è bellamente granulata e non striata come sul corpo; nella figura si scorgono parecchi lunghi peli che escono dalle gambe.

LXVIII.

Sebbene si possa confidare nella fedeltà generale dei disegni microscopici eseguiti colla camera, pure, siccome i più minuti dettagli, come si è già fatto osservare, sono eseguiti dall'artista alla stessa maniera di un pittore che eseguisca un ritratto, qualunque abilità artistica spieghi il disegnatore in queste parti della figura, non si potrà pretendere in esse alla rigorosa fedeltà richiesta dalla scienza anche nelle arti più minute.

LXIX.

Per queste circostanze i naturalisti cercarono sollecitamente altri mezzi, atti a garantire una più rigorosa precisione ed a rendere il disegno affatto indipendente da quegli impulsi che l'immaginazione ed il gusto non lasciano mai di imprimere anche al pennello dell'artista più coscienzioso, e tali mezzi vennero fortunatamente offerti dalla fotografia. L'immagine ingrandita dell'oggetto da esaminarsi, prodotta da un microscopio solare, viene ricevuta sopra una lastra preparata da dagherreotipo o sopra un foglio di carta fotografica e l'immagine ottica vi si dipinge colla più infallibile fedeltà e colla più rigorosa accuratezza.

LXX.

Questa felice applicazione dell' arte fotografica al progresso delle scienze naturali, dopo alcuni saggi sperimentali più o meno fortunati, venne per la prima volta portata al punto da servire ai bisogno pratici della scienza dal Dott. Donné, assistito da M. Leon Foucault nel 1845. In quell' anno il Dott. Donné pubblicò un atlante per illustrare il suo corso di anatomia e fisiologia microscopica, che era venuto in luce l' anno precedente, il quale consisteva in venti tavole, di cui ciascuna conteneva quattro incisioni microscopiche ricavate da disegni al dagherreotipo eseguiti nella maniera anzidetta. Sono contento di prevalermi della cortese permissione degli autori di quell' opera e di M. Baillière che ne fu l' editore, nel riprodurre quattro di quelle incisioni nelle dimensioni in cui vennero date dagli autori.

LXXI.

Il sangue degli animali non è, come pare a prima vista, un liquido omogeneo che tenga in completa dissoluzione alcune sostanze ma scevro di materie solide e concrete; se così fosse, non si potrebbe seguirne la circolazione nei vasi entro cui scorre, con quella facilità e chiarezza con cui si può farlo con un microscopio. Il movimento di un liquido omogeneo in tubi che ne sieno compiutamente riempiti non si potrebbe rendere sensibile alla vista; mentre invece è perfettamente visibile quello di un liquido che contenesse in sospensione delle particelle solide le quali continuamente si urtano e si spostano fra di loro.

Pertanto il sangue contiene certe particelle solide che vi nuotano e circolano assieme, a cui principalmente sono dovute parecchie delle sue qualità più importanti: queste particelle sono innumerevoli e sono di così estrema minutezza che una sola goccia di sangue sospesa alla punta d'un ago ne contiene delle miriadi. Fino ad un'epoca recente gli osservatori non conoscevano che una sola specie di tali corpuscoli, cioè quelli soli che sono percettibili coi metodi ordinarii di osservazione e sono incomparabilmente più numerosi degli altri; questi oltre all'essere più rari, sono generalmente occultati dai primi che riempiono completamente il campo del microscopio.

LXXII.

I corpuscoli del sangue sono distinti da forme regolari e costanti, da una composizione complessa e da una struttura determinata. Posseggono una reale organizzazione e passano per una successione regolare di fasi avendo un cominciamento, uno sviluppo ed un fine.

Sono di tre specie: la prima dei corpuscoli rossi, la seconda dei globuli bianchi, e la terza delle particelle bianche granulari molto più piccole a cui gli osservatori diedono il nome di *globulini*.

LXXIII.

Nulla di più semplice e di più facile del metodo di osservare i corpuscoli della prima classe. Preso un ago molto acuto si punga leggermente con esso l'estremità un dito in modo di cavarne una piccolissima goccia di sangue: si tocchi col sangue una piccola lamina di vetro preparata perfettamente netta e asciutta, cosicchè ve ne aderisca una porzione e la si copra con una di quelle sottili pellicole di vetro di cui gli ottici forniscono i microscopii, in modo di appianare tra i due vetri la piccola goccia di sangue. Introdotti poscia i due vetri contenenti la goccia in un microscopio che ingrandisca circa 400 volte si scorgerà immediatamente una moltitudine di corpuscoli rossi sparsi irregolarmente sul campo di visione dell' istrumento.

La fig. 38 a pag. 328 fu ricavata da una delle incisioni del Dott. Donné: rappresenta un sottil disco di sangue umano del diametro di un centoventesimo di pollice inglese, compreso fra i due vetri.

Qui non sono visibili che i corpuscoli rossi; la loro forma è quella di dischi piani un po' concavi nel mezzo e rigonfii all'infuori verso l' orlo che è leggermente arrotondato. Alcuni di questi, per es. *aaa*, sono presentati allo sguardo colla faccia piana in modo che mostrano distintissimamente la loro forma: altri, come *bb*, sono veduti in costa ed altri sotto ogni grado di obliquità, alcuni sono sparsi separatamente, ma altri aggruppati in pile volgono i margini all'occhio, somigliando a rotoli di denari posti in costa su d'una tavola, colle faccie delle monete più o meno inclinati alla superficie della tavola.

La forma di dischi piatti dei corpuscoli non era stata riconosciuta dai primi osservatori che li avevano presi per sferette rosse. La causa di questo errore non dipendeva dall'essere difettosa l'osservazione ma dall'aver essi previamente lavato il sangue con dell' acqua, ignorando che l'effetto immediato del contatto dell'acqua col sangue umano è di cambiare la forma dei corpuscoli piatti in quella di piccoli globi.

LXXIV.

La grandezza di questi corpuscoli fu misurata con molta esattezza dopo i recenti perfezionamenti del microscopio. Si trovò che il loro diametro varia da un 3125mo ad un 3000mo di pollice; e che questa piccola diversità è dovuta al loro differente grado di sviluppo, come ora veniamo a spiegare.

LXXV.

Il sangue consiste in un liquido trasparente, limpido ed incoloro, in cui nuotano le particelle solide summentovate, e il suo colore rosso dipende interamente dal colore dei corpuscoli qui descritti. Una persona che osservi per la prima volta questi corpuscoli al microscopio è generalmente sorpresa e delusa nel trovare che non sono rossi ma piuttosto di un colore giallognolo con una tinta rossiccia assai leggiera. Questa circostanza, per altro, è un effetto ottico di una classe assai generale e che venne più volte spiegato in questi trattati. Quando all'occhio sia sottoposto un mezzo colorato, la carica della sua tinta diminuisce collo spessore del mezzo, che può essere reso tenue al segno da rendere affatto impercettibile il suo colore speciale. Noi abbiamo già portato per esempio il caso di un vino colorato, come quello di Xeres, visto in un bicchiere conico di Champagne. Alla parte superiore dove l'occhio guarda traverso uno spessore più grande di liquido vi è fortemente pronunciato un particolare color d'oro; ma scendendo verso la punta del cono il colore si fa sempre più pallido e alla punta è appena percettibile. Lo stesso avviene dei corpuscoli rossi del sangue. Vedendoli separatamente traverso il loro piccolissimo spessore, sembrano di un giallo che tende leggierissimamente al rosso: visti ammucchiati di fianco, sono più rossi: ma non è che quando sono ammassati in uno strato di sangue di un certo spessore, che comunicano al liquido quel colore rosso così caratteristico del sangue.

LXXVI.

La foggia di disco che caratterizza in tal modo il sangue umano è comune a quello di tutte le specie di mammiferi colla sola eccezione, per quanto è noto finora, della specie dei cammelli. Sembra, dalle recenti osservazioni del Dott. Mandl, che il sangue di questa

presenti un'eccezione anomala, essendovi ellittica la forma dei corpuscoli rossi che però sono ancora piatti e concavi lateralmente.

Confrontando fra loro corpuscoli rossi del sangue di differenti specie di mammiferi, od animali poppanti, si trovano di diametro differente, maggiore o minore secondo la specie, ma la variazione in ciascuna specie è compresa in limiti assai ristretti, come nel sangue umano.

I corpuscoli del sangue degli uccelli, dei pesci e dei rettili sono, come quelli del caso eccezionale dei cammelli, dischi ovali di varie grandezze alquanto concavi nel mezzo, come nel sangue dei mammiferi.

LXXVII.

La scoperta dei globuli bianchi è dovuta interamente ad osservatori recenti e specialmente al Professore Müller, al D.r Mandl ed al D.r Donné.

I globuli bianchi non hanno nulla di comune coi corpuscoli rossi sia nel colore, sia nella forma, sia nella composizione. A differenza di questi sono sferici, il loro contorno è leggiermente frangiato e non ben definito come quello dei corpuscoli rossi; la loro superficie è granulata e il loro diametro un po' maggiore, variando da un 2500mo ad un 3000mo di pollice. Sembra che constino di una sottile vescichetta od involucro riempiuto di una sostanza solida granulare, consistente di solito di tre o quattro granelli, mentre i corpuscoli rossi sono pieni di una sostanza omogenea e semifluida nel caso dei mammiferi e di un solo nocciolo solido nel caso degli altri animali vertebrati.

I globuli bianchi manifestano anche proprietà chimiche affatto diverse da quelle dei corpuscoli rossi.

LXXVIII.

In fine le particelle solide della terza classe, nuotanti nel sangue, non si ponno propriamente denominare globuli non essendo che una minuta granulazione fornita di continuo dal chilo al fluido sanguigno; nel microscopio appajono come grani rotondi isolati o agglomerati confusamente e di un diametro non maggiore di un 8000^{o} di pollice: hanno però una importanza fisiologica di primo ordine perchè sono i primarii elementi del sangue e quindi di tutte le altre parti organizzate del corpo.

LXXIX.

Dalle osservazioni, dalle ricerche, dalle sperienze e dai raziocinii del Dott. Donné, risulta che queste particelle granulari formano poi i globuli bianchi aggruppandosi fra loro e rivestendosi di un involucro albuminoso. Per una operazione successiva i globuli bianchi si convertono a poco a poco nei corpuscoli rossi e il luogo dove, secondo l'ipotesi del Dott. Donné, si produce questo cambiamento è la milza.

LXXX.

In fine i corpuscoli dopo essersi pienamente sviluppati nella circolazione, si sciolgono e convertendosi nel fluido fibrinoso, passano nelle altre parti dell'organizzazione in modo da formare i differenti organi del sistema.

LXXXI.

Dopo la costituzione del sangue fra i soggetti che vi hanno relazione, non ve n'è altro di maggior interesse e di maggiore importanza della sua circolazione e fra gli spettacoli con cui gli artificj della scienza scoprono alla nostra vista le secrete operazioni della natura non ne conosciamo altro che ecciti maggior stupore e maggior ammirazione della circolazione del sangue resa visibile col microscopio.

LXXXII.

Siavi un'immagine di un organo animale, pieno di ogni varietà di vasi sanguigni della struttura più complessa nella composizione di cui entri ogni forma di organi, arterie, vene capillari, muscoli, nervi, glandole e membrane: che rappresenti in breve un microcosmo di tutto l'organismo animale: e supponiamola portata entro il campo di visione in modo di spiegare allo sguardo attonito dell'osservatore tutti i movimenti complicati e le operazioni di cui è il teatro. Tale spettacolo è presentato dalla lingua d'una rana, oggetto sottoposto per la prima volta a questa sorta di esperimento dal Dott. Donné dietro il suggerimento di un giovine Inglese che fu poi il Dott. Waller. Il metodo di eseguirlo, con qualche modificazione, è descrito

come segue nel Giornale Fisiologico: — « Si procacci un pezzo di sughero di due a tre pollici di larghezza e sei a sette di lunghezza e vi si pratichi ad una media distanza fra i lati un foro di circa mezzo pollice di diametro e fra un pollice e mezzo e due pollici da uno dei suoi capi. In quella parte il pezzo di sughero deve essere grosso il doppio, ciò che si ottiene cementandovi al primo un altro piccolo pezzo di sughero con della colla marina. Su questo si adatta la rana avvolta previamente con legami di tela, o fermata al sughero per mezzo di aghi infittivi alle quattro estremità in modo di impedire ogni movimento un po' grande del suo corpo o dei suoi piedi: la si appoggia sul tergo facendo terminare al bordo del foro l'estremità del naso. Allora con un forcipe si estragga dolcemente dalla bocca la lingua, la cui estremità libera è rivolta indietro, e la si stiri leggiermente allungandola finchè arrivi un po' al di là del bordo opposto del foro e quivi la si fermi con due aghi: i lati devono essere similmente fermati sul foro. In tale stato, la lingua presenta l'aspetto d'una membrana semitrasparente ciò che ci permette di vedere traverso di essa e quando sia posta tra la luce e l'obbiettivo del microscopio offre uno dei più belli e più meravigliosi spettacoli a cui si possa assistere. Si trova convenientissimo di osservarla dapprima con una sola lente; che ingrandisce da 15 a 20 volte, in modo da averne una veduta generale dei vasi e della circolazione: anche con un ingrandimento così debole, l'osservatore restera compreso di stupore alla magnificenza dello spettacolo, specialmente se sulla parte inferiore della lingua batta una forte luce. Immaginandosi che una carta geografica divenga improvvisamente animata per esservi comunicati i movimenti opportuni a tutti i fiumi che vi sono tracciati, coi loro tributarii ed affluenti, dalle loro sorgenti fino allo sbocco, non si avrebbe che una idea assai imperfetta di questo oggetto, in cui si rende manifestamente visibile non solo il movimento del sangue dei grandi tronchi arteriali e di quivi per tutti i loro rami e le ramificazioni alle vene capillari, ma benanche il suo complicato moto vorticoso nelle glandole; il suo ritorno per le piccole ramificazioni delle vene ai più grandi tronchi delle vene e il suo dipartirsi di qui, avviandosi al cuore. Tale è lo stupendo spettacolo circoscritto entro un cerchio del diametro di un 120° di pollice, ingrandito però 400 volte nelle dimensioni lineari e perciò 160000 in superficie che venne copiato al dagherreotipo dai Sigg. Donné e Foucault e che venne riprodotto nella medesima scala nella fig. 39.

LXXXIII.

Le arterie si distinguono subitamente dalle vene osservando la direzione in cui scorre il sangue, la sua velocità e il loro diametro relativo. Nelle arterie il sangue scorre dai tronchi ai rami: il suo corso è indicato dalle freccie nella fig. 39 dove *t* è un tronco d'arteria che entra presso al punto infimo del campo di visione, le freccie mostrano il giro del sangue nel passare nei rami principali 1, 2, e 3 da cui scorre in tutte le più piccole ramificazioni delle arterie. Al contrario il corso del sangue nelle vene avviene dai rami verso il tronco da cui ritorna al cuore. Inoltre le arterie sono di diametro minore delle vene e in conseguenza il sangue vi scorre con maggiore rapidità. Le grandi arterie sono accompaguate da una corda grigiasira flessibile che si può scorgere, ma non senza qualche attenzione: si stende lateralmente all'arteria e non è altro che un nervo.

Quanto più le ramificazioni delle arterie si vanno moltiplicando tanto più diminuiscono di diametro e finiscono da ultimo nelle vene capillari da cui si possono a mala pena distinguere come quest'ultime non si discernono dalle più piccole vene. Siccome questi canali del sangue diminuiscono di diametro, i corpuscoli rossi finiscono a riempirne il vano così esattamente da non potervi passare che uno alla volta e perciò si ponno vedere seguirsi l'uno l'altro ad intervalli percettibili: se si volge il microscopio alla parte del margine della lingua compresa fra i limiti del foro fatto nel sughero, si può seguire il corso del sangue alle arterie estreme e quindi dalle più piccole vene alle maggiori nel suo ritorno al cuore.

LXXXIV.

Il sistema vascolare della lingua appare tracciato su di un bruno grigio semitrasparente su cui si vede stesa una moltitudine di fine fibre *vv* in tutte le direzioni; queste che esistono a differenti profondità entro lo spessore della lingua sembrano sovrapposte ed intrecciate fra loro: le dette fibre appartengono al muscolo dell'organo e la loro azione caratteristica si rende evidente al microscopio dall'alternativo contrarsi e distendersi. Una quantità di macchie grigiastre di contorno quasi rotonde e alquanto più opache delle parti circostanti si vedono sparse sulla lingua: queste macchine appartengono alla membrana mucosa e sono infatti parti della glandola che secerne la saliva. Esse sono il teatro di moti del sangue complicati

ed attivi in modo sorprendente. Il fluido sanguigno vi entra da una parte, generalmente da una sola piccola arteria, di rado da due, e seguendo l'andamento di questa, tiene un cammino nodulato somigliante nella forma ad un arco di nastro, o alla fig. 8, e ne esce ad un punto opposto a quello per dove è entrato. L'organo di cui parliamo, dice il Dott. Donné, essendo di un certo spessore, non si può sempre vedervi contemporaneamente entrare ed uscire il sangue perchè il punto da cui esce è spesso in un piano inferiore o superiore di quello da cui entra e perciò i due punti non sono contemporaneamente nel fuoco. In ogni caso però non v'ha nulla di curioso nè di maggior interesse quanto i vortici della rapida circolazione, così veduti, in uno spazio così circoscritto ed entro i limiti di un organo che evidentemente è uno di quelli di secrezione.

LXXXV.

In breve queste macchie grigie, in cui si scopre così attiva la circolazione, non sono che i follicoli mucosi della lingua, le piccole glandole in cui si secerne l'umore viscoso che copre in tanta abbondanza la lingua d'una rana, e difatti si osserva che asciugandonela, vien riprodotto quasi immediatamente.

LXXXVI.

Il latte dei mammiferi essendo il primo nutrimento dei loro parti, anzi l'unico nutrimento fino ad una certa età di questi, si potrebbe credere naturalmente che questo fluido presentasse una stretta analogia col sangue. Difatti esaminando il latte, sia al miscroscopio sia coll'analisi chimica, si trova ben fondata questa previsione. Posta una piccola goccia di latte sopra un pezzo di vetro ben netto e copertala di una sottil pellicola di vetro, in modo che fra i vetri sia compreso un sottile strato del fluido, e sottoponendolo al microscopio nella maniera descritta per il sangue si trova che si presenta un'apparenza somigliantissima. Si vede nuotare nel fluido una moltitudine di minute sferuzze simili a perle di contorno perfettissimo, che riflettono vivàcissimamente la luce dal centro e variano di grandezza da un 12500mo ad un 3000mo di pollice di diametro, essendovene anche di più grandi.

La grandezza generale ed il numero di questi globetti sono variabilissimi, non solo se si confrontino animali di specie diverse, ma nei diversi individui d'una stessa specie ed anche in uno stesso individuo in differenti circostanze.

LXXXVII.

Nella fig. 40 a pag. 345 si è dato l'aspetto offerto da un sottil disco di latte ordinario di vacca del diametro di un 120mo di pollice, ingrandito 400 volte nelle dimensioni lineari e quindi 16000 volte in superficie, inciso dietro una copia al dagherreotipo dei Sigg. Donné e Foucault.

LXXXVIII.

Dalle ricerche dei fisiologi su questo argomento, risulta che quei globetti simili a perle che nuotano in tanta copia nel latte sono i costituenti di cui si forma il burro. Il liquido sieroso in cui nuotano è composto dai costituenti del cacio combinati con un'altra sostanza detto zucchero del latte e con dell'acqua, entrandovi quest'ultima nella proporzione dell' 80 al 90 per cento dell'intero, cosicchè insomma si può riguardare il latte come acqua che tenga in dissoluzione le sostanze chiamate zucchero del latte e caseina, nome dato al principio del cacio, e in cui nuotino i globuli di burro suddescritti.

LXXXIX.

È varia la proporzione in cui questi costituenti entrano nella formazione del latte, la ricchezza del quale dipende sempre dalla copia di globetti di burro che contiene.

XC.

Le seguenti sono le analisi di latte di donna, di vacca, di capra e di asina secondo Meggenhofen, Van Striptian, Liuscius, Bonpt e Péligot.

	Donna.	Vacca.	Capra.	Asina.
Burro	8.97	2.68	4.56	1.29
Zuccaro del latte . .	1.20	5.68	9.12	6.29
Materia del cacio .	1.93	8.95	4.38	1.95
Acqua	87.90	82.69	81.94	90.47
	100.00	100.00	100.00	100.00

XCI.

Da queste e da altre simili analisi risulta che il latte di donna è di gran lunga il più ricco fra quelli dei mammiferi, contenendo

in generale poco meno del 10 per cento di burro, mentre il latte delle altre specie non contiene più dell'1 al 4 per cento di questo principio.

Si deve, peraltro, osservare che queste proporzioni sono prese per termine medio e che la ricchezza del latte differisce notevolmente

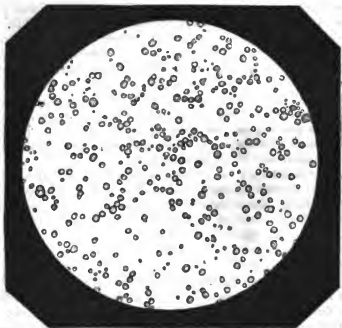



Fig. 43. — *Sottil disco di latte di donna del diametro di un 120mo di pollice, ingrandito 400 volte nelle dimensioni lineari e quindi 160000 volte in superficie.*

nei differenti individui. Si trova che in ogni caso il latte è abbastanza ricco del principio del cacio e che l'elemento di cui manca è il burro che è il più importante rispetto al nutrimento.

I globetti di burro nel latte di donna, quantunque molto maggiori di numero, come si è detto, di quelli del latte degli animali inferiori, ne risultano più piccoli dalle osservazioni del D. Donné. La fig. 43 mostra l'apparenza di un disco di latte di donna ordinario, ingrandito come quello della fig. 40. È evidente la differenza di grandezza dei globetti.

XCII.

L'analogía del latte col sangue manifestata in modo così sorprendente dal microscopio fu investigata maggiormente con una serie di sperimenti di grande interesse eseguiti dal D. Donné. Questo fisiologo eminente trasfuse del latte invece del sangue nei vasi di varii animali con tutte le precauzioni necessarie per impedire l'accesso dell'aria. Si trovò in generale che le funzioni vitali degli animali non erano interrotte nè disturbate: il latte si meschiava col sangue, circolava assieme nel sistema, scoprendosene la presenza in tutti i vasi. Ma il risultato più importante e più interessante di queste ricerche fu che i globetti di burro del latte si assimilavano assieme, e facevano la stessa parte dei globetti bianchi del sangue, convertendosi a poco a poco come questi nei corpuscoli rossi, e risultava che il luogo dove succedeva questo cambiamento era, come nel caso dei corpuscoli bianchi del sangue, la milza.

Queste ricerche e i loro risultati, però, essendo recenti e nuovi, si devono ricevere con quella riserva che è sempre necessaria nelle ricerche fisiche, fino a che sieno state ripetute da altri osservatori e se ne abbiano avuti simili risultati.

XCIII.

La questione della qualità del latte rispetto alla sua ricchezza è di alta importanza sanitaria ed economica, eppure è una di quelle a cui finora sembra che non siasi portata la debita attenzione. Da tutte le parti udiamo lagnarsi dell'adulterazione del latte e biasimare le frodi dei lattai; ma ben di rado udiamo parlare di qualche metodo pratico destinato a scoprire ed a correggere quest' abuso. Non sarà forse fuori di luogo che quì diciamo qualche parola su questo proposito.

XCIV.

La ricchezza del latte, come venne osservato, dipende dalla copia dei globetti di burro che contiene: questi, a parità di volume, essendo più leggieri del liquido in cui nuotano, tendono a salire alla sua superficie e quando si lasci il latte in quiete vengono a galla, dove, mescolandosi con una certa porzione dello zucchero del latte e del principio del cacio, formano la crema. Ora ne segue, che

essendo, a pari volume, più leggieri del liquido in cui nuotano, quando sono mescolati con questo fluido, come lo sono nello stato naturale del latte, tendono a renderlo più leggiero, e che quanto maggiore sarà la copia di globetti di burro contenuti nel latte, tanto più questo sarà leggiero. Se ne inferì dunque che la leggierezza del latte si potesse pigliare come termine di confronto della sua ricchezza, ed il Sig. Quévenne inventò una specie di areometro, che egli si proponeva di applicare alla misura della ricchezza del latte nella stessa maniera che gli areometri ordinarii servono a misurare la forza degli spiriti. Ma le indicazioni di questo strumento, per quanto ingegnoso, sono fallaci.

LCV.

Supponiamo che il lattajo fraudolento lasci in riposo il latte che si propone di vendere, finchè la porzione più ricca formi uno strato di crema alla superficie, e che poi schiumi via questo strato vendendolo a prezzo più elevato come fior di latte. La parte di latte rimanente e spoverita è allora certamente più pesante che non prima di essere spogliata dalla crema e la sua povertà si potrebbe scoprire coll'areometro di Quévenne; ma l'accorto lattajo, conscio di ciò, ha la scaltrezza non solo di correggere il soverchio peso del fluido ma di farlo a suo maggiore vantaggio. Egli sa che l'aggiungerne dell'acqua diminuisce il peso specifico del latte spannato e in conseguenza vi mette tanto di quel liquido, ch'è così a buon mercato, quanto basta a ridurne il peso al grado corrispondente alla giusta ricchezza.

XCVI.

Questo processo ha pure un altro effetto ingannatore: si trova che meschiando l'acqua col latte si agevola lo svolgersi della crema e si affretta il suo raccogliersi alla superficie. Perciò tutte le particelle di crema che restano nel latte così spoverito e adulterato, sorgeranno presto alla superficie, e raccogliendosi quivi, trarranno in inganno il compratore facendogli credere che il latte su cui si raccoglie così prontamente la crema, sia necessariamente ricco.

Chiunque supporrà che la grande importanza di scoprire una misura facile e praticabile della qualità di un elemento essenziale alla condizione sanitaria del popolo, qual'è il latte, avrebbe dovuto stimolare gli scienziati ad inventarla. Sono notorie le frodi praticate

così estesamente dai venditori di latte ai grandi stabilimenti pubblici, come gli ospitali e le scuole. Un distinto medico di professione dice che conversando con uno dei più grandi fornitori di latte dei publici stabilimenti di Parigi, in una stagione in cui il foraggio era salito a gran prezzo, il lattaio osservò francamente sorridendo: nelle stagioni ordinarie mettiamo un po' d'acqua nel latte, ma ora siamo costretti a versare del latte nell'acqua.

XCVII.

Il D. Donné inventò uno strumento per misurare la ricchezza del latte, che denominò *lattoscopio* e avendolo presentato all'Accademia delle Scienze, ne venne fatto un rapporto favorevole da una commissione composta dai Sig. Thénard, Chevreul, Boussingault, Regnault e Séguier che lo sperimentarono e ne verificarono i risultati. Lo strumento è basato sul fatto che mentre i globetti di burro, che nuotano nel latte, sono opachi, il liquido che li circonda è quasi trasparente. Segue da ciò che la trasparenza del latte diminuirà al crescere della sua ricchezza e viceversa.

Il lattoscopio si compone di due dischi di vetro fra loro paralleli in modo di formare una cellula all'estremità più larga d'un tubo somigliante ad un cannocchiale da teatro. Vi è disposta una vite mediante la quale si può variare entro certi limiti la distanza dei dischi di vetro, in modo cioè che girando la vite in un verso si ponno portare i dischi fino all'assoluto contatto e girandola nel verso opposto si ponno separare di quel tanto che si desideri. Su questa cellula si trova una piccola coppa, con un foro nel fondo, con cui si può riempire la cellula di latte. Supponiamo che la coppa sia piena del latte da cimentarsi e che la vite sia stata previamente girata fino a che i dischi componenti la cellula fossero a contatto fra loro. Allora il latte non discenderà fra essi ma rimarrà nella coppa. L'osservatore, applicando l'occhio all'estremità più stretta del tubo, guardi traverso la cella, alla fiamma d'una candela posta circa tre piedi al di là di questa, e giri intanto dolcemente la vite lasciando che il latte discenda nella cellula; dapprima la candela si scorgerà foscamente dietro al latte, ma quando i dischi saranno portati dalla vite ad una certa distanza, non si vedrà più la fiamma la cui vista sarà intercettata dalla moltitudine di globetti di burro contenuti nel latte.

Ora si trova, conformemente a quanto si può prevedere dal sin qui detto, che quanto più il latte è povero, tanto maggiore è la di-

stanza a cui si devono portare i dischi per intercettare la fiamma, e che invece, quanto più sarà ricco, altrettanto minore sarà la distanza a cui si produrrà quest'effetto.

Questi strumenti si costruiscono e si vendono dagli ottici parigini.

XCVIII.

Si potrebbe obbiettare che la certezza di questo strumento riposa sul modo di spoverire il latte collo spannarlo e col mescolarvi dell'acqua, ma che sarebbero erronee le sue indicazioni se lo si adulterasse con qualche altra sostanza atta ad accrescerne l'opacità. Si può rispondere a questa obiezione che tale maniera di adulterazione è impraticabile: la sostanza che può servire alla frode deve innanzi tutto essere tale che, mescolata col latte, non abbia ad alterarne in modo sensibile le apparenti e notissime qualità, per esempio il colore, il gusto, l'odore e la sua consistenza generale. Oltre a ciò, deve essere solubile nel latte e non tale da mescelarsi semplicemente con esso perchè in tal caso si deporrebbe al fondo formando un sedimento, o verrebbe a galla come l'olio nell'acqua e in ambo i casi sarebbe immediatamente scoperta. Deve anche essere tale da non esserne separata dal calore e perciò manifestata nel bollire il latte; da ultimo è ovvio che deve costar meno del latte e che il processo della combinazione deve essere semplice al punto da non importar spesa e da potersi tenere sotto un certo segreto; ora è affatto manifesto che vi è una sola sostanza che soddisfi a tutte queste condizioni e che è l'acqua.

XCIX.

Le frodi praticate dai venditori di latte non si riducono sempre all'adulterazione; abbiamo già fatto osservare che schiumano il latte e vendono le parti più ricche e le più povere a prezzi differenti: ciò non si potrebbe caratterizzare come frode se si ammettesse la differenza di qualità nel latte; ma per il consumatore della parte spannata l'effetto di ciò corrisponde a quello d'una frode perchè il latte che compera è precisamente di quella qualità di cui sarebbe stato se il venditore invece di spannarlo lo avesse lasciato nello stato naturale ma lo avesse inacquato fino a ridurlo alla povertà del latte spannato.

C.

Vi è un altro mezzo, praticato quasi universalmente, e che porta effetti somiglianti; consiste nel lasciare accumulare il latte nelle poppe degli animali finchè sieno piene e gonfie, perchè la prima porzione che se ne trae è povera e il latte si fa sempre più ricco mano mano che quei vasi si vuotano. Questo fatto fisiologico è famigliarissimo ai lattaj che dividono il latte munto dalla vacca in due parti: il primo latte e il secondo latte. La parte più ricca per lo più si riserva per la crema e non si vende ai consumatori che il primo latte. Conformemente a questo principio si intende facilmente che quanto più di frequente si mugne l'animale tanto più sarà uniforme la ricchezza del latte.

Tutte le circostanze ora esposte e i mezzi destinati a riconoscere la qualità del latte degli animali inferiori si applicano egualmente al latte di donna. Le balie differiscono l'una dall'altra in modo abbastanza evidente nell'abbondanza di latte, e, su questo punto, in conseguenza, non si sorpassa mai nella scelta della nutrice. Però ben di rado si bada alla qualità del latte, perchè è meno apparente. Nondimeno questa è ancora più importante della semplice quistione di quantità. Le ricerche di alcuni fisiologi Francesi mostrarono che si danno frequenti casi di sovrabbondanza di latte, e in cui, sebbene l'aspetto della donna sia sano e vigoroso, il latte è povero di burro, per la piccolezza o per la scarsezza dei globetti o per entrambi queste ragioni: si osserva talvolta che sono mal formati, che galleggiano in un liquido di minor densità e che talvolta sono mescolati a corpuscoli di muco e di una sostanza granulare. La salubrità del latte è incompatibile con questi caratteri i quali non si ponno scoprire che al microscopio. Tuttavia ben di rado viene in mente al medico di istituire simili ricerche, molto meno di ricorrere al microscopio od altro mezzo di sperimentare il latte.

CI.

Abbiamo così indicati, in quanto erano a nostra cognizione, tutti i metodi di ottenere le rappresentazioni degli oggetti microscopici e di questi quello che offre la maggior guarentigia di accuratezza e di fedeltà è il metodo fotografico. Si deve però osservare che anche in questo metodo, come venne praticato dai Sigg. Donnè e Foucault nella costruzione dell'Atlante Microscopico, vi resta an-

cora una causa possibile di imprecisione ed è che l'incisore deve riprodurre sulla sua lastra l'immagine fotografica, e questo processo non ammette altra guarentigia di fedeltà che l'accuratezza generale dell'arte d'incidere.

Ora però si stanno pigliando delle disposizioni, che promettono molto successo, per le quali un'immagine fotografica projettata sopra una lastra vi si inciderebbe da sè. — e infatti si è già ottenuto un risultato approssimativo: projettata l'immagine fotografica sopra una superficie di legno convenientemente preparato vi si disegna, per mezzo della luce, come farebbe sopra una lastra da dagherrotipo. Allora non resta all'incisore che di seguire col bulino le linee dell'immagine.

Si cercò anche di far sì che la luce incidesse da sè stessa la lastra, ed io ho veduto delle immagini microscopiche dei corpuscoli del sangue incise da sè stesse in questo modo che se non erano pienamente soddisfacenti come opere d'arte, bastarono però ad imprimermi la convinzione che non siamo lungi dal conseguire un risultato di tanta importanza scientifica come quello di fare che gli oggetti naturali incidano da per sè le loro immagini.

Prof. R. Ferrini.

L'ARTE DEL VASAJO

Fig. 11. — *La celebre coppa di Arcesilao, in piano; eseguita dai vasaj Cirenei al tempo di Pindaro, 500 anni avanti Cristo.*

Capitolo Primo.

I. Antichità di quest'arte; pregio che le si annette. — II. Materie prime e modo di porle in opera. — III. Allusioni degli antichi scrittori a quest'arte. — IV. Ruota da vasajo. — V. Antichi disegni delle catacombe di Tebe. — VI. Metodi usati dai vasaj 1900 anni prima di Gesù Cristo. — VII. Omero ed i vasaj di Samo. — VIII. Antiche tombe, presso Napoli, contenenti vasellami. — IX. Prove della loro antichità. — X. Veduta di una tomba della Campania coi suoi vasi. — XI. Sepolcri germanici. — XII. Coppa di Arcesilao. — XIII. Gli antichi vasaj greci. — XIV. Tradizioni chinesi intorno all'arte del vasajo. — XV. Vasi chinesi rinvenuti in Tebe. — XVI. Porcellane del re Te-Tching. — XVII. Metodo usato al presente dai vasaj chinesi.

I.

Dopo l'invenzione delle prime vestimenta e degli attrezzi necessarii per procurarsi l'alimento e per difendersi, l'uomo non ha in-

dustria più antica di quella della fabbricazione dei vasi di argilla cotta; ed è invero mirabile l'osservare come non vi fu mai arte che contribuisse al pari di questa al lusso e che producesse tanti magnifici capo-lavori, progredendo di conserva colle umane cognizioni ed approfittando alacremente delle scoperte e delle risorse della scienza; nè vi ebbe mai verun'altra arte in cui la mano d'opera aumentasse di tanto, come in questa, il valore intrinseco della materia bruta, nè che venisse circondata da più duraturi e numerosi omaggi di completa ammirazione in qualsiasi paese, e specialmente in quelli che raggiunsero un alto grado di civiltà e di eleganza.

II.

La materie prime poste in opera dal vasajo sono alcune specie di argilla, che, umettate d'acqua, hanno la proprietà di assumere la consistenza della pasta, ed in allora che detta pasta sia modellata a seconda della voluta forma, se ne fa evaporare l'acqua, che le comunica la flessibile plasticità, sommettendola all'intenso calore del forno, e l'oggetto in tal guisa indurito conserva la forma che gli venne data resistendo facilmente ai leggeri urti, cui può essere esposto. Tuttavolta la materia così ridotta è porosa, e rugosa ne è la superficie, così che l'oggetto non potrebbe a meno d'imbeversi del qualunque liquido in cui venisse immerso o che gli fosse versato entro, se non si avesse rimediato a tale inconveniente col ricoprirlo della lieve incrostatura di una materia vetrificabile, la quale, dietro l'azione del fuoco, procura al vaso una nuova superficie vitrea e brillante che lo rende affatto impermeabile all'azione chimica dei liquidi, e gli comunica quella beltà che prima non avea.

Il pregio dei vasellami consiste nella bellezza della forma, nelle figure in rilievo con cui si fregiano mediante degli stampi applicati prima della cottura sulla materia mentre è ancor molle, e finalmente nei disegni a colori tracciati sulla loro superficie innanzi di coprirli della crosta vitrea oppur dopo che già furono incrostati; in ambedue i quali casi la materia colorante viene sempre sottoposta all'azione del fuoco e la smaltatura è più o meno pronunciata.

Ordinariamente l'argilla plastica del vasajo non esiste in istato di completa purezza nella terra, ma la vi si trova invece mischiata o chimicamente combinata, a somiglianza dei metalli, con molte sostanze estranee, dalle quali la si separa mediante alcune complicate operazioni. Purificata che sia in grado sufficiente, le si unisce una data quantità d'acqua affine di darle la consistenza di una pasta, al

che si riesce con qualche difficoltà per la ragione che il liquido non si spargendo a prima vista in modo eguale sulla massa intera ne consegue che una parte di questa diventa troppo plastica mentre l'altra parte non lo è quasi niente affatto; per ovviare a ciò si agisce colla pasta d'argilla nella stessissima guisa adoperata per consueto nell'impastare la farina di frumento per fare il pane, ossia la si pesta colla pianta dei piedi sino a tanto che si perviene a renderla di una consistenza uniforme; ed è precisamente questa una delle operazioni più caratteristiche del vasajo, e la più inerente alla sua arte, sia ch'ei si occupi in fabbricare il rozzo mattone o la magnifica porcellana; e la si compie nel modo seguente: la pasta dell'argilla è stesa sopra una superficie piana o di pietra o di legno, ed il vasajo vi cammina su a piedi nudi partendosi dal centro della massa e descrivendo una spirale sino alla circonferenza, di dove retrocede sulle proprie orme di bel nuovo al centro seguendo la stessa spirale, e così via via finchè l'impasto abbia acquistato la debita consistenza e omogeneità. Ottenuto tale intento si passa subito all'altro di formare con essa pasta gli oggetti che si desiderano; operazione che varia a seconda della forma che si vuol loro imprimere. Ma siccome il maggior numero degli articoli di vasellame sono per solito rotondi nelle loro dimensioni orizzontali, così ne viene che il metodo più usitato per conformarli è il seguente:

Si colloca un globo di pasta, di un volume proporzionato all'oggetto che s'imprende a fabbricare, sul centro di un piccolo disco orizzontale e circolare di gesso, il quale è sostenuto da un banco o tavola circolare che posa sovra una colonnetta centrale fissata in un perno, cosicchè può ricevere un moto di rapidissima rotazione; il qual movimento essendo, com'è facile a comprendersi, comunicato al globo di argilla situato al di sopra, il vasajo ne approfitta per dare alla pasta la forma che vuole premendola delicatamente colla palma o colle dita della mano. Tal maniera di agire è affatto simile a quella adoperata per lavorare al torno, coll'unica differenza che l'asta girante al perno nell'un caso è verticale e nell'altro invece trovasi orizzontale. In siffatta guisa la rozza massa della pasta acquista sotto le abili dita del vasajo belle e simmetriche forme con una prontezza e una facilità meravigliose.

III.

Il suddescritto apparecchio, chiamato universalmente la *ruota da vasajo*, risale alla più alta antichità, come quello che è realmente

contemporaneo all'arte ed ebbe sempre un' unica forma tanto nei tempi più rimoti quanto nei moderni, nelle contrade della terra più disgiunte, e ben anche presso differenti e lontane nazioni che non ebbero giammai relazioni di sorta fra loro.

Il costume, che tanto invalse presso tutti i popoli delle vetuste età, di consacrare ad usi religiosi alcuni vasellami deponendoli fregiati di disegni rappresentanti la loro maniera di fabbricazione entro i sarcofagi o le tombe, prova il culto che si professò sempre all'arte e facilita alle odierne generazioni il mezzo di studiarne e di conoscerne la storia.

L'antichità di quest'arte vien pure attestata dalle frequenti allusioni alla medesima che si rinvengono nelle opere degli antichi scrittori: allusioni che rivelano bene spesso i metodi usati in allora provando la loro precisa identità con quelli dell'epoca attuale.

IV.

Nessuno ignora come nelle Sacre Scritture s'incontrino di sovente metafore e similitudini tratte per intero dal modo adoperato dal vasajo nel lavorare, ovvero dai prodotti dell'arte stessa; per esempio:

Il Signore disse a Geremia: « Alzati e va alla casa del vasajo; là Io ti farò intendere le mie parole. » — Io dunque andai e vidi che il vasajo lavorava un oggetto sulla ruota. — E il vaso ch'esso faceva con dell'argilla si sciupò nella mano del vasajo, ed egli ne fece subito un altro, e il Signore disse: « O stirpe d'Israello! e non posso io agire con te come questo vasajo fa colla sua argilla? Vedi, in quella maniera che l'argilla sta nella mano del vasajo, così tu sei nella mia! » (Geremia, c. XVIII, v. 1 al 6).

E in altro capo trovasi scritto:

« *Io schiaccierò questo popolo e questa città come si spezza un vaso di creta.* » (Geremia, cap. XIX ver. 11).

L'antichità poi dell'usanza di effettuare l'impasto dell'argilla colla pianta dei piedi risulta evidentemente da un gran numero di allusioni dei vecchi scrittori, come si vede anche dal seguente passo d'Isaia: « *Io ho suscitato uno dal settentrione, ed esso verrà... e farà risuonare il mio nome, e camminerà sui principi come sul fango e li calpesterà coi piedi* come il vasajo calpesta l'argilla. » (Isaia, cap. XLI, ver. 257).

Negli antichi autori greci e latini queste allusioni sono assai frequenti; e difatti Omero nella sua descrizione dello scudo di Achille assomiglia le evoluzioni delle danzatrici che vi sono figurate alle

evoluzioni rapide e precise di una ruota messa in movimento dalle mani di un vasajo. (Iliade, canto XVIII, ver. 599-600).

E realmente nel lavorare gli oggetti più comuni, il vasajo mette in moto qualche volta la ruota colle sole mani, quantunque questa sia di preferenza mossa sempre coi piedi o mediante alcun altro motore ausiliario, o ben anche col vapore, massime allorquando bisogna fare agire parecchie ruote.

In Plauto si trova il seguente verso:

» Vorsutior es quam rota figularis. »

(Tu giri più rapido di una ruota da vasajo).

(PLAUTO, 3 Epid. 11, 35.)

Ed in Orazio, l'altro:

» . . . . Amphora cœpit
» Institui: *currente rota*, cur urceus exit? »

(Si è cominciata un'amfora; e perchè *a misura che gira la ruota* si produce una brocca?)

(ORAZIO, Arte poetic. v. 21.)

Ed in Giovenale

» . . . . Testa alta paretur
» Quæ tenui muro spatiosum colligat orbem:
» Debetur magnus patinæ, subitusque Prometheus.
» *Argillam, atque rotam citius properate:* sed ex hoc
» Tempore jam, Cæsar, figuli tua castra sequantur. »

(Si prepari un alto vaso, il quale racchiuda in tenue parete un'ampia periferia in cui stia adagiato il pesce (1): vuolsi a ciò un abile e lesto artefice. *Presto, mettasi in moto l'argilla e la ruota:* ma però, o Cesare, un'altra volta prendi teco dei vasaj, che ti seguano al campo).

(1) Sebbene nel latino non sia espressa la parola *pesce*, pure questa è inclusa nel senso della parola *patina*, che è termine tecnico indicante un vaso esclusivamente destinato a cuocere i pesci (*Vedi Forcellini*).

V.

Nelle catacombe di Tebe e di Beni-Hassan, che esistevano già diciannove secoli prima di G. Cristo, vale a dire 3700 ovvero 3800 anni prima dell'epoca presente, si sono trovati disegni rappresentanti le maniere di lavorare usate dai vasaj di que' tempi.

Le incisioni qui unite (figure 1, 2, 3, 4, 5,) che furono copiate da pitture scoperte nelle catacombe di Tebe e descritte da Champollion,

dimostrano le operazioni del vasajo cominciando dal primo impastare l'argilla coi piedi sino al punto di levare dal forno l' oggetto cotto.

VI.

La figura 1 rappresenta due vasaj che allestiscono la pasta schiacciandola e pestandola coi piedi; il gerolifico significa: *Egli calpesta coi piedi.*

Fig. 1.

La figura 2 rappresenta un uomo che prende della pasta per formarne un globo destinato alla ruota, e il gerolifico esprime tale azione.

La figura 3 poi mostra lo stesso uomo che porta il globo ad un altro individuo che lavora alla ruota.

Le figure 4 e 5 presentano due vasaj che lavorano un oggetto alla ruota; il vasello collocato fra i due apparecchi è un recipiente pieno d'acqua ove per solito i vasaj bagnano a quando a quando le dita affine di comunicare un' uniforme umidità alla pasta.

Questo disegno non indica in nessuna guisa come la ruota sia messa in movimento, ma in un altro vedesi il vasajo che le dà l'impulso di rotazione colla sinistra mano.

Nella figura 4 il vasajo allestisce un globo del volume necessario per fabbricare una coppa, e nella figura 5 lo si vede a conformarla nella parte esterna mediante la pressione del dito indice, e nell'interna con quella del pollice; chiunque abbia avuto campo di osservare un vasajo mentre lavora alla ruota, non potrà a meno di riconoscere

nella figura 5 la particolare posizione tondeggiante del braccio, e dovrà convenire che se i vasaj del giorno d'oggi fossero stati a scuola

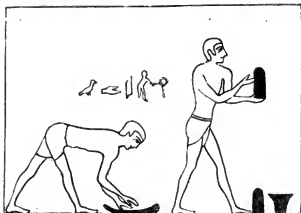



Fig. 2. Fig. 3.

dei loro confratelli d'arte di 3700 anni fa, ad ogni modo tale assomigliianza non potrebbe essere nè più vera nè più perfetta.

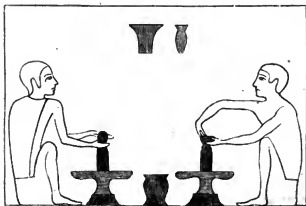



Fig. 4. Fig. 5.

Un forno cilindrico C è rappresentato nella sottoposta figura 6. L'operajo A introduce un pezzo di legno nel fuocolajo situato nel basso del forno, mentre le fiamme D che si elevano dall'interno escono dalla sommità del medesimo.

Nella figura 7 vedesi un forno, la di cui apertura inferiore trovasi posta dall'altro lato, e per entro il quale il fuoco fu già estinto e la cottura degli oggetti è compiuta; il vasajo B li estrae dall'interno

Fig. 6. Fig. 7.

rimettendoli mano a mano all'operajo A, che li colloca l'uno sull'altro, come si rileva dal mucchio di stoviglie che gli giace a' piedi; tale gerolifico significa: *Esso li ritira.*

Nei dipinti originali, di dove si copiarono i presenti disegni, le masse di argilla che si veggono nelle figure 2, 3, 4, 5, sono di colore grigio-bruno, mentre gli oggetti cotti della figura 8 hanno la tinta rossastra che caratterizza gli antichi vasellami egizii; da ciò rilevasi evidentemente come quest'arte nella sua precipua essenzialità aveva quattromila anni fa la stessa maniera di azione e gli stessi risultati che le son proprii anche ai tempi odierni.

VII.

In una vita d'Omero, attribuita ad Erodoto, trovasi scritto come il cieco poeta passando un giorno a caso in vicinanza delle famose officine de' vasaj di Samo venisse da costoro supplicato di celebrare la loro arte con un canto ch'essi avrebbero riccamente ricompensato mediante un'eletta dei loro preziosi vasi; il greco vate accettò di buon grado l'invito e l'offerta componendo tosto un inno intitolato *Il Fornello* che esiste ancora e dove vedesi descritto con singolare felicità e perfetta esattezza il pregio sovrano dei vasi di Samo, non

che tutte le eventualità a cui sono esposti durante la cottura; e queste eventualità sono talmente simili nei loro effetti a quelle che succedono pure al presente sotto gli occhi nostri, che quasi quasi leggendone in quell'inno i dettagli si giudicherebbe che il classico poeta avesse visitata una fabbrica di terraglie dello Staffordshire in Inghilterra.

Da ciò apparisce come fino dai tempi d' Omero, che viveva circa nove o dieci secoli prima di G. Cristo, i vasaj di Samo avessero di già raggiunto nn grado di ragguardevole celebrità; e diffatti ciò trovasi in pieno accordo coll'opinione di parecchi archeologi, i quali, dietro alcune scoperte effettuate nei dintorni di Napoli e precisamente nelle ubicazioni già possedute dall'antiche colonie Ellene, ritennero potere affermare che l' arte del vasajo fu coltivata in Grecia molto tempo innanzi l'età omerica.

VIII.

L' abate Mazzola descrisse e disegnò, con minuziosa esattezza, la collocazione delle tombe e degli scheletri che si rinvennero negli scavi praticati nella Campania, ed eccone alcuni cenni:

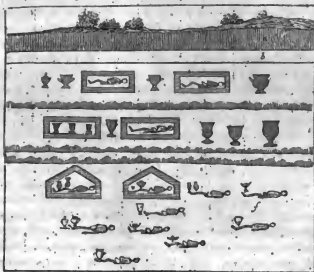



Fig. 8.

Inferiormente ad uno strato di terreno vegetale, profondo circa quaranta pollici e ricco della possente e lussureggiante fertilità che

rese tanto famosa quella contrada, trovasi un nuovo strato di sabbia bianca mista di pietra pomice dura e impermeabile, il quale viene distinto col nome di *terra maschia*, ha la profondità di presso venti pollici, e riposa sovra un terzo strato di eccellente terriccio nerastro, della grossezza di trenta pollici, e su di cui furono trovati i sarcofagi, gli scheletri, ed i vasi in discorso.

La fig. 8 rappresenta una sezione verticale degli strati, e mostra la disposizione degli scheletri e dei vasi scoperti in un luogo della Campania nelle vicinanze di Nola; e questo disegno fu copiato dal *Trattato sui vasaj antichi* di M. Dubois-Maisonneuve (foglio 1817).

Gli scheletri ed i vasi si rinvennero a differenti profondità e diversamente disposti, vale a dire, in alcuni siti si videro soli vasi, in altri si scoprirono scheletri con sarcofago o senza. Ovunque però si trovarono scheletri questi non si videro mai senza vasi vicini.

IX.

Malgrado la presenza della pietra pomice nel secondo strato, ad ogni modo l'Ab. Mazzola sostiene che non si può considerarlo quale risultato diretto di un' azione vulcanica, opinando invece che l' odierno strato superficiale di terra fertile sia di formazione comparativamente recente mentre l'altro suddetto di *terra maschia* deve esser stato in epoche remote il primo strato superficiale; e siccome la deposizione dei cadaveri e dei vasi sotto la *terra maschia* deve aver preceduta la formazione del presente strato superficiale di terreno vegetabile, formazione operata necessariamente in un lunghissimo corso d' anni, così egli crede di poterne dedurre che i vasi trovati nel terriccio nerastro sottoposto alla *terra maschia* appartengono ad un'età assai anteriore a quella d' Omero. Ed in appoggio a siffatta sua induzione l' Ab. Mazzola fa osservare come i detti vasi rappresentino scene, a cui il classico greco non alluse giammai nè mai furono descritte dagli altri poeti che vissero dopo quel sommo; fa pur notare che gli scheletri rinvenuti a Nola si videro sempre sepolti immediatamente sul semplice terreno, mentre per lo contrario in qualunque altro luogo, come, per esempio, ad Avila, essi sono racchiusi entro sepolcri; aggiunge in oltre che le iscrizioni dei vasi sono scritte in greco primitivo, onde bisogna leggerle da ritta a manca a somiglianza delle scritture ebraiche e orientali; e finalmente conchiude che si ritardò tanto a farne la scoperta per la ragione che gli strati sotto dei quali erano deposti constavano di ma-

teriali non mai adoperati dai Romani nelle loro costruzioni, ma impiegati bensì a tal uso ai giorni presenti.

Per formarsi un concetto più limpido ed esatto intorno alla precisa collocazione dei vasi racchiusi nelle antiche tombe, sarà ben fatto consultare in proposito gli estesi e scrupolosi disegni di d'Hancarville ed altri antiquarii.

X.

La qui unita figura 9 offre il disegno di una camera sepolcrale della Campania scoperta nelle vicinanze di Napoli, ed indica le rispettive posizioni occupate dallo scheletro e dai vasi.

Fig. 9.

XI.

Nella figura 10 vedesi la tomba di una famiglia germanica scoperta in un tumulo d'Unterwalden, presso d'Oberfarrenstadt, e contenente due scheletri con urne.

XII.

La maggior parte dei molti vasi greci rinvenuti nei moderni scavi appartengono al sesto o settimo secolo prima dell'era cristiana, ed

anche ad epoche posteriori; noi sappiamo inoltre ch'essi erano di già assai rari e infinitamente apprezzati ai tempi di Giulio Cesare.

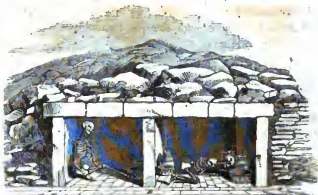



Fig. 10.

Fra i più interessanti ed ammirati merita però speciale menzione la celebre coppa di Arcesilao, la quale vedesi rappresentata in piatto alla figura 11, (pagina 365) e nella sua altezza alla figura 12.

Fig. 12.

Questo vaso che fa parte della collezione della Biblioteca imperiale di Parigi (Novembre 1853), è alto 25 centimetri e ne ha 27 di diametro; ei fu trovato a Vulci (Camino) in Etruria, e rappresenta Arcesilao, re di Cirene, assiso sul ponte di un vascello, il di cui equipaggio vedesi occupato a pesare canestri d'*assa fetida*, e a deporli nella cala.

Generalmente si ritiene che questa coppa sia opera de' vasaj cirenei contemporanei di Pindaro.

XIII.

Gli scritti dei filosofi, degli storici e dei poeti antichi ricordano onorevolmente circa quaranta celebri vasaj della Grecia, fra i quali primeggiano:

Dibutade di Sicione, le di cui opere trasportate a Corinto ci restano ancora. S' ignora l'epoca in che fioriva.

Corebo d'Atene, viveva ai tempi di Cecrope, quindici secoli prima di G. Cristo, e venne considerato come l'inventore dell'arte; ma però noi vedremo più innanzi come tale credenza fosse erronea stante che l'arte del vasajo era coltivata in Oriente mille anni almeno avanti di lui.

Talos figlio di Pernice sorella di Dedalo. Gli si attribuisce l'invenzione della ruota da vasajo, non che quella d'altri strumenti meccanici, come sarebbero la forbice, il compasso, e per ultimo la sega di cui ritraeva l'idea dalla conformazione della spina dorsale del pesce. Vuolsi che questa sua meravigliosa abilità producesse una fatale gelosia nel cuore del di lui zio Dedalo, il quale lo attirò insidiosamente al tempio di Minerva sull'Acropoli, dalla cui sommità lo precipitò a capo in giù. Ma la dea del luogo però lo trattenne nella caduta cangiandolo prodigiosamente in un uccello che d'allora in poi, per volere della stessa dea, ebbe il nome di *Pernice.*

Tericle di Corinto; il quale, al dire di Teofrasto, inventò la composizione di una pasta nera suscettiva di un bel lucido e che fu apprezzatissima; vuolsi comunemente che questo celebre artista abbia dato il suo nome a una certa qualità di vasi chiamati *Triclei*, quantunque però alcuni eruditi abbiamo posta in dubbio la reale esistenza di Tericle, ritenendo invece che la denominazione dei detti vasi provenisse dallo stile loro proprio di rappresentare animali, stantechè *Therta* in greco significa appunto *animale.*

A quel modo poi con cui nei tempi moderni i più eminenti scultori e pittori non sdegnarono di fornire disegni ai nostri vasaj così pure i distinti artisti della Grecia cooperarono a far fiorire sempre più quest'arte, la quale potè vantarsi di avere a suoi modelli non poche opere di Fidia, Policleto e Mirone.

XIV.

Le tradizioni chinesi fanno risalire l'arte del vasajo ad un'epoca remotissima, ed il Padre Entrecolles, missionario francese residente

nella China al cominciare dello scorso secolo, fornì intorno a questo soggetto interessantissimi ragguagli colle sue lettere pubblicate a Parigi nel 1712; ed è precisamente a tal epoca ch'egli scriveva come le porcellane antiche fossero là stimatissime e si vendessero a prezzo molto elevato. A suo dire, si conservavano tuttavia alcuni oggetti di vasellame che si voleva avessero appartenuto agl'imperatori Yao e Chun, che pur sono i due più antichi monarchi che ricordino gli annali chinesi, stante che Yao regnava 2357, e Chun 2255 anni prima dell'era cristiana; anzi da alcuni si pretende che Chun regnasse 2600 anni avanti Gesù Cristo.

M. Stanislao Julien ne assicura che sino dai tempi dell'imperatore Hoang-ti, il quale regnava 2698 anni innanzi la nostr'era, vi fu sempre nella China un pubblico magistrato col titolo *d'intendente della terraglia*, e che fu appunto sotto il governo dello stesso Hoang-ti che venne inventata da un certo Kouen-ou l'arte del vasajo: sia vera o non vera questa tradizione, resta però un fatto incontrastabile che la porcellana o terraglia fina era assai diffusa in tutto l'impero chinese sino dall'epoca degli imperatori Han, vale a dire, 163 anni prima di G. Cristo.

Scavando sotto le fondamenta dei palazzi eretti già dalle dinastie di Han e di Thang (dall'anno 163 avanti G. Cristo all'anno 903 dopo la venuta del Medesimo) si ritrovò un gran numero di vasi antichi di una maravigliosa bianchezza, ma di forma sgradevole. Ed in realtà fu solo durante la dinastia di Song ossia dall'anno 960 all'anno 1278 dell'era presente, che la porcellana cominciò a raggiungere quell'alto grado di perfezione che la caratterizza.

XV.

Un'altra prova dell'antichità dell'arte del vasajo nella China, come pure della innegabile comunicazione fra questa contrada e l'Egitto, risulta evidentemente dalle interessanti scoperte di Rossellini, di Wilkinson, ecc. i quali rinvennero nelle tombe di Tebe molti vasi della China fregiati d'iscrizioni chinesi. Il professore Rossellini, in ispecie, ritrovò un piccolo vaso di porcellana con un fiore dipinto nell'un canto, ed avente nell'altro disegnati alcuni caratteri chinesi assai poco differenti da quelli d'oggigiorno: la tomba ov'era deposto datava dai tempi dei Faraoni, ed era di poco posteriore alla diciottesima dinastia.

Il detto vaso è rappresentato, colla sua iscrizione chinese, nella figura 13, che venne ritratta da una forma esattissima di M. Francis Davis.

Un altro vaso chinese ritrovato nelle tombe di Tebe o che attualmente conservasi nel Museo del Louvre, vedesi disegnato di fronte

nella figura 14 e di fianco nella figura 15. La sua forma, come bene apparisce, si è quella di una bottiglia piatta ai lati.

Questi vasi sono piccolissimi, ed infatti le lore esatte dimensioni sono precisamente identiche a quelle delle tre qui unite incisioni.

Fig. 13. Fig. 14. Fig. 15.

Secondo M. Wilkinson, pare cosa probabile ch'essi fossero apportati in Egitto non già dalla China, ma sibbene dall'India, con cui gli Egiziani ebbero sino da epoche rimotissime molte relazioni commerciali; e ritiene vi fossero recati in qualità di semplici vasi adoperati per racchiudere qualche articolo d'importazione, e non già quai preziosi oggetti di porcellana.

XVI.

All'epoca della mondiale Esposizione di Londra (1851) in una delle gallerie del palazzo di cristallo, destinata ai prodotti chinesi, vedevasi una completa collezione delle diverse materie adoperate nelle grandi fabbriche di porcellana di King-te-Tching, e cioè dell'argilla plastica ond'ella è composta e delle differenti sostanze coloranti con cui viene abbellita. Il luogo di dove tali saggi erano stati speditii possede una delle più antiche e rinomate manifatture di porcellana esistenti nella China.

Il succitato padre Entrecolles, che vi risiedeva nel 1712, asserì come a tal epoca non vi fossero meno di 3000 forni in azione, i quali durante la notte imprimevano alla intera città l'aspetto di una vasta fornace sormontata da infiniti camini. Dice inoltre che le argille componenti

la porcellana erano di due specie, l'una chiamata *kaolin* e l'altra *petung-tse*, le quali dalle cave ove ritraesi la materia bruta venivano trasportate in mattoni a King-te-Tching.

La maniera con cui queste materie brute venivano in allor preparate nelle cave differenzia pochissimo da quella usata al presente, sicchè può affermarsi senza tema d'errare come non poche combinazioni qualificate per moderni ritrovati non sono nulla più di riproduzioni di quanto operavasi, già da molti secoli, in Oriente.

XVII.

Daremo qui alcuni dettagli intorno il modo di agire de' vasaj chinesi di duecento anni fa, certi che essi riesciranno istruttivi non meno che piacevoli.

La figura 16 rappresenta la estrazione del *petung-tse*, minerale che si distacca dalla cava in pezzi, mediante la mazza e il piccone;

Fig. 16.

due minatori lavorano al limitare della miniera, mentre un terzo operajo spicca il minerale dalla vôlta, sostenuta da un dato numero di piloni verticali, ed un quarto individuo reca entro canestri la materia già staccata verso la macchina da macinare che vedesi disegnata alla fig. 17.

La ruota idraulica, agente sui raggi rettangolari che sortono dall'albero della macchina, tiene il medesimo in continua rivoluzione;

tali raggi poi agiscono alla loro volta sovra una serie di leve alla di cui opposta estremità sono fissi dei martelli di pietra colla superficie ferrata. Dietro l' azione della ruota sui piccoli bracci delle leve

Fig. 17.

i grandi raggi muniti di martelli s' alzano e ricadono alternativamente e siccome al di sotto di ogni martello è collocato un truogolo ripieno di grossi pezzi di *petung-tse*, ne consegue che questi vengono così triturati sino a tanto che siano ridotti in polvere. Un operajo resta sempre lì vicino, raccoglie mano a mano il materiale triturato e lo porta a mezzo di secchie nel vasto serbatojo d' acqua rappresentato alla fig. 18, ove lo versa, agitando in seguito violentemente l' acqua persino a tanto che il *petung-tse* sia per intero ad essa mischiato; il che ottenuto si lascia il miscuglio in riposo per alcuni istanti durante i quali le parti più grosse e pesanti del minerale piombano al basso mentre delle più lievi e sottili se ne forma una specie di liquido schiumoso che si raduna alla superficie, e che viene di là raccolto entro secchie e trasportato in un altro serbatojo (disegnato nella stessa fig. 18) nel quale si versa mescolandolo con forza, come già si fece nella immersione antecedente.

Fig. 18. — *Antico disegno chinese rappresentante la maniera di preparare l'argilla da porcellana.*

Capitolo Secondo.

I. Metodi chinesi. — II. Materie adoperate. — III. Il petung-tse ed il kaolin. — IV. Impasto e ruota. — V. Forni. — VI. La majolica in Ispagna. — VII. L'Italiano Luca della Robbia. — VIII. Pala per altare eseguita da questo artista. — IX. Fabbricazione. — X. Metodi de' vasaj italiani. — XI. Doni reali. — XII. Decadenza dell'arte in Italia. — XIII. Arte del vasajo in Francia; Bernardo di Palissy. — XIV. Suo carattere, e persecuzioni a cui andò soggetto; sua morte. — XV. Palissy ed Enrico III alla Bastiglia. — XVI. Stile delle sue opere. — XVII. La Bella Giardiniera. — XVIII. Origine delle officine dello Staffordshire. — XIX. Scoperta della vernice di sale. — XX. I fratelli Elers di Nuremberg. — XXI. Astbury scopre l'uso della silice. — XXII. Origine e carattere di Giosia Wedgwood.

I.

Le parti più grossolane del minerale che vanno al fondo nel primo serbatojo sono di bel nuovo riportate alla macina per essere ancora sottoposte all'azione dei martelli, ed indi tornare a subire le suddescritte immersioni (fig. 18). Intanto il liquido spumoso trasportato nel secondo serbatojo vi rimane il tempo necessario per far sì che la materia disciolta che vi è sospesa se ne cali al basso lasciando l'acqua chiara

al di sopra; il che effettuato si fa evacuare questa dal serbatojo, nel di cui fondo trovasi deposto uno strato di fino e puro petungtse, il quale viene raccolto, consolidato, poi dopo averlo tagliato a mattonelle (come vedesi disegnato nella retroposta figura N.° 17) lo si spedisce alle fabbriche.

II.

Questo minerale, tanto importante non solo riguardo le porcellane chinesi, ma ben anche per quelle di tutti gli altri paesi, è una varietà della sostanza chiamata dai mineralisti feldspato, e contiene in sè un po' di quarzo.

III.

Il suddescritto preparato di petung-tse è una sostanza bianca, di un grano estremamente fino, e circa due o tre volte più pesante dell'acqua.

L'altra sostanza poi adoperata dai Chinesi per comporre la pasta della loro porcellana chiamasi *kaolin* e trovasi in istrati profondissimi entro alcune montagne del paese; ella trae il suo nome dal monte ove fu scoperta la sua prima vena, e che trovasi situato nelle vicinanze di King-te-Tsching.

La maniera di lavorare, purificare e convertire in mattoni il caolino non differenzia essenzialmente dal modo usato rispetto il petung-tse.

Il caolino, sottoposto all'analisi chimica, risulta un composto di silice, allume o argilla pura combinata con lievi porzioni di magnesia, potassa, soda e ferro, e tali costituenti vi si rinvengono in proporzioni differentissime a seconda dei paesi ove il caolino viene trovato e posto in opera: quello però usato nella fabbricazione delle antiche porcellane chinesi contiene 76 per 100 di silice, 10 in 17 per 100 di allume e piccolissime quantità di magnesia, di potassa e di soda.

I Chinesi ritengono che la porcellana debba tutta la sua forza di resistenza al caolino, ed è perciò che lo chiamano il *nervo della porcellana*, accennando in tal guisa alla plasticità della pasta non che alla sua potenza di resistere all'intenso calore del forno. Si fu appunto per questa loro persuasione che nell'udire a raccontare i primi tentativi de' vasaj europei, i quali prima di aver scoperto il caolino adoperavano soltanto il petung-tse, essi ne misero in ri-

dicolo gli sforzi dicendo: *che gli era lo stesso come se avessero sperato di formare un corpo umano con sola carne senza le ossa.*

Come ben vedesi, siffatta frase allude alla fusibilità comparativamente grande del petung-tse nei forni da porcellana, ed insieme alla niuna fusibilità del caolino; oltreciò pare ancora che da queste parole si possa quasi dedurre che i Chinesi avessero di già tentato prima degli Europei e con esito del pari infelice la fabbricazione della porcellana col solo petung-tse.

Pervenute che siano una volta queste due sostanze nelle mani del vasajo, tosto incomincia una nuova sequela di operazioni, già descritte dal padre Entrecolles, e mercè delle quali i mattoni d'entrambe le materie sono di bel nuovo polverizzati, purificati col lavacro, e sgombri da qualsiasi sostanza sabbiosa; il che ottenuto vengono finalmente unite l'una l'altra in differenti proporzioni a norma della specie di porcellana che vuolsi fabbricare.

IV.

L'opera faticosa dell'impasto dell'argilla si eseguisce mediante l'ajuto dei buffali, come vedesi nella seguente figura 19 copiata al

Fig. 19.

pari delle altre da disegni chinesi dell'epoca del suddetto Entrecolles; ed è pure sicuro che siffatto metodo è tuttavia vigente in China stante che M. Chavagnon. il quale penetrò nell'interno di quella re-

gione, affermò a M. Brongniart, direttore della manifattura di Sèvres, di averlo visto a praticare sotto gli stessi suoi occhi.

Compiuto che sia l'impasto, si formano gli oggetti sulla ruota; e la figura 20 rappresenta questa operazione tal quale la si faceva alla suaccennata epoca nella China; vale a dire, vedesi la detta ruota messa in movimento da un uomo che stringe in mano le due estremità di una correggia piatta ch'ei preme leggermente contro gli orli della medesima, dandole in pari tempo l'impulso di evoluzione tirando e allentando a vicenda i due capi che tiene fra le dita. Ad ogni impulso la correggia necessariamente va e viene con moto alterno, e affine d'impedire ch'ella non sfugga dalla superficie dell'orlo, questo viene munito di punte che valgano a rendere impossibile tale inconveniente.

Per imprimere poi alla pasta la voluta conformazione, il vasajo la colloca sull'alto della ruota foggiandola a suo piacimento mediante le mani e le dita.

Fig. 20.

La qui unita figura 20 rappresenta pure un altro operajo che trasporta al forno gli oggetti già allestiti nella debita forma.

V.

La fig. 21 rappresenta la veduta di un forno ed alcuni vasaj che si accingono alla operazione della cottura; e difatti sotto la tettoja

disegnata a sinistra vedesi un uomo occupato a collocare gli oggetti da cuocersi entro vasi cilindrici di terra cotta; i quali corrispondono perfettamente a quelli adoperati dai vasaj inglesi, e da essi chiamati col nome di *saggers*.

Alla lettera A vedesi un forno aperto sul di cui limitare sta un operajo intento a ricevere i vasi pieni di oggetti per quindi disporli

Fig. 21.

nell' interno del medesimo. La quale operazione compiuta che sia, si chiude ermeticamente il forno mediante un mucchio di mattoni, come può osservarsi in un secondo forno C, già ripieno e turato da cima a fondo con pietre.

Le aperture praticate per alimentare i fornelli dal di fuori veggonsi accennate in D, e quelle destinate all' uso di farne uscire dall' interno il fumo e gli altri prodotti della combustione sono segnati colle minuscole *a*, *b*, *c*.

I forni chinesi che si costumano al presente differiscono pochissimo tanto nella forma quanto nella disposizione da quelli già descritti e disegnati, nei primordii dell' andato secolo, dal padre Entrecolles.

Il signor Chavagnon, che ne vide in azione alcuni in tempi più recenti, asserisce che la loro costruzione è eseguita in modo così perfetto da procurare ai diversi forni una mirabile uniformità di calore; dalla qual cosa ne risulta che il forno più lontano dal fuocolajo, come l'altro più vicino, ricevono un egual grado di calore onde gli oggetti vengono cotti in ambedue i luoghi esattamente del pari.

VI.

Gl'incipienti tentativi fatti in Europa per fabbricare una qualità di terraglia dura e inverniciata, sono dovuti per intero ai Mori delle Spagne, che ne stabilirono la prima grande officina nelle Isole Baleari: ragione per cui i primi vasellami di questo genere, e che vennero di poi riprodotti più tardi in Italia, ricevettero l' appellativo di *majolica*, corruzione del vocabolo *Majorica* o *Majorca* che è appunto il nome dell'isola principale del gruppo delle Baleari.

VII.

Il primo che recasse l'arte del vasajo ad un grado elevato, dopo la sua introduzione nella penisola italiana, fu Luca della Robbia scultore fiorentino, che rese inseparabile in tal maniera il proprio nome dalla storia di questa umana industria. Egli nacque nel 1388 e morì a soli quarantadue anni, lasciando un gran numero d'opere apprezzatissime, che giunsero sino a noi.

Questo celebre artista ebbe a successori nella coltura dell'arte del vasajo tutti i suoi fratelli ed i loro discendenti i quali durante un secolo e mezzo non desistettero mai dall'occuparsene estesamente onde riesce perciò assai difficile, per non dire impossibile, il poter distinguere con sicurezza le vere opere dell' illustre scultore senza tema di confonderle con altre eseguite da qualche individuo suo congiunto.

Le produzioni di questa famiglia di artisti-vasaj sono fatte con una pasta che contiene circa 50 per 100 di silice, combinata con 15 $\frac{1}{2}$ per 100 di allume, 22 $\frac{1}{2}$ per 100 di calce ed alcune leggerissime proporzioni di acido carbonico, di magnesia, e di ferro. I loro fregi consistevano in figure di rilievo, variamente colorate in giallo mediante il piombo e l'antimonio, in turchino cupo e in verde col rame, ed in violetto col manganese. La maniera di produrre i colori col mezzo dell'oro era in allora affatto sconosciuta in Europa.

VIII.

Nella qui unita figura 22 vedesi disegnata una pala da altare di Luca della Robbia.

Il fondo è di un bell'azzurro, le figure sono bianche, i frutti ed il calice sono di un giallo aurato e le ghirlande verdi. La majolica che compone questo oggetto, il quale trovasi al presente nel gabinetto *Sauvageot*, è grossa poco più di un pollice e mezzo.

Fig. 22.

IX.

La pasta usata nella detta epoca era ben lungi dal possedere la candidezza della porcellana fina, e tutti i vasellami venivano ricoperti di una speciale vernice opaca affine di nasconderne alla meglio la rozza e mal colorata superficie. Il modo adoperato per produrre queste vernici opache era simile presso a poco a quello tenuto al giorno d'oggi per fare le vernici trasparenti ed incolore; e questa specie d'intonaco veniva applicato nella seguente maniera: l'articolo già cotto (il quale prima di essere inverniciato era detto *biscotto*) immergevasi entro un vaso contenente la materia vetrificabile, mista a una quantità d'acqua sufficiente per procurarle la consistenza di una crema; tale immersione rendeva aderente alla superficie un deposito dello accennato liquido, mentre l'acqua che teneva in sospensione la sostanza vetrificabile restava assorbita in parte dallo stesso oggetto, il quale così intonacato veniva nuovamente messo nel forno ed esposto ad un calore abbastanza intenso per vetrificare l'incrostatura che l'involgeva; e difatti allorchè il vaso si ritraeva dal forno lo si vedeva ricoperto di una superficie vitrea, colorata ed opaca. Alcuna volta poi l'oggetto, prima di esser cotto, era coperto con una materia opaca e terrosa, ma non vitrea, che nascondeva la superficie grossolana della pasta; poi questa specie di crosta la s'induriva al forno ed indi vi si sopraponeva una vernice trasparente.

X.

La *majolica* d'Italia percorse uno stadio di floridezza dal 1540 al 1560, e fu precisamente durante questo ventennio che si fecero i più

bei servizii da tavola. I primi luoghi in cui la si fabbricava erano Castél-Durante e Firenze, ma poichè la sua celebrità ebbe assunto vastissime dimensioni, tutte le principali città italiane gareggiarono nel coltivarne l'industria, e gli artisti più famosi, non eccettuato il medesimo Rafaello, composero per le fabbriche di *majolica* moltissimi disegni che vennero eseguiti da artefici vasaj del pari famosi.

Fu detto molte volte che lo stesso Rafaello aveva esercitato egli pure l'arte del vasajo, ma ciò è assolutamente falso. La causa però che ingenerò questa erronea credenza è la seguente: Il duca di Toscana Guidobaldo II, il quale si adoperava a tutto potere per facilitare ogni mezzo d'incremento a siffatta manifattura, si procurò molti disegni del Sanzio e dei di lui allievi per farli eseguire dai vasaj del suo stabilimento di Pesaro. Volle il caso che fra i più valenti decoratori dei vasellami, due per l'appunto si chiamassero col nome di Rafaello; e siccome i lavori che escivano dalle loro mani venivano detto *opere di Rafaello o dei Rafaelli*, così ne risultò che nelle epoche posteriori, ignorandosi dai più questa circostanza, vi furono alcuni che le attribuirono con piena asseveranza all'illustre pittore d'Urbino.

XI.

La celebrità di questo genere di opere e l'ammirazione universale che destavano addusse il costume (costume in voga anche al giorno d'oggi) di offerirne in presente ai sovrani; e difatti il duca Guidobaldo faceva fare in Pesaro magnifici lavori per regalarli a ragguardevoli personaggi ed ai re; e fra questi il più rinomato fu il meraviglioso servizio presentato da esso all'imperatore Carlo V ed eseguito da Taddeo Zuccarro e Battista Francia, sotto la direzione dei fratelli Flaminio ed Orazio Fontana.

Non si ommetteva nulla, nè nulla si trascurava onde accrescere il pregio ed aumentare l'eccellenza di questa artistica industria; così che si videro porre in atto i più ardui sforzi dell'ingegno, dell'abilità e della fatica, di conserva con tutte le astruse ricerche dell'erudizione e coi gentili consigli del difficile buon gusto, affine d'impartirle ogni possibile perfezione.

XII.

I vasellami italiani sostennero in auge la loro riputazione per sino a tanto che l'arte fu protetta dalle instancabili cure di Guidobaldo; ma siccome in allora non erano ancor sorti i tempi in cui il favore

dei popoli fosse più vantaggioso e possente di quello dei monarchi, così ne conseguì che dopo la morte del Duca e del suo diletto Orazio Fontana la majolica si ridusse a soddisfare di preferenza le umili esigenze del pubblico, ossia si fu costretti a favorire il buon mercato producendo articoli di qualità estremamente inferiore; onde ne risultò che l'eleganza e la finezza dei vasellami si estinse insieme colla sua splendida superiorità, e la majolica italiana perdè quasi repentinamente la propria rinomanza e il proprio pregio.

Verso il 1772 il cardinale Stoppani tentò di farla risorgere in Urbino: infatti parve che nel 1775 egli fosse già per riescire nell'intento; ma fu vana speranza. L'importazione della porcellana chinese in Europa, la quale coincide appunto con tal epoca di decadenza, forse cooperò non lievemente all'esito infelice di questo estremo tentativo.

XIII.

All'epoca di Luca della Robbia in Italia, sussegui in Francia quella di Bernardo Palissy, celebre vasajo nato in Chapelle-Biron, piccolo villaggio del Perigord, verso il 1500, e morto nel 1589.

Quantunque egli abbia pubblicato un buon numero di scritti sull'arte da lui coltivata con tanto successo, pure non ci lasciò verun cenno dei metodi che usava; e perciò si è quasi costretti a ritenere che coi suoi scritti ei volle esclusivamente lasciare alla società un'esatta narrazione degli ostacoli inauditi che incontrò, dei sagrifizi che fece, delle sofferenze che sostenne, e della perseveranza veramente eroica con cui si sforzò di condurre a buon termine i proprii progetti. Durante il lunghissimo periodo di esperienze proseguite con una pazienza veramente ammiranda, Palissy profuse ogni sua sostanza, tutte le mobiglie di casa, e persino i proprii vestiti.

Questo valente artefice commise il solennissimo sbaglio, tanto comune per solito alla generalità degli uomini pratici, di non far gran caso delle scientifiche teorie; e questo fatto apparisce chiaramente dall'unica delle sue opere che tratti per esteso dell'arte e nelle di cui pagine ei si mostra non solo oscuro, misterioso, avaro di dettagli, ma v'introdusse di sopra più un buon numero di teorie di tutto suo conio, le quali valgono a provare quante fatiche penose, quante speranze deluse ed infine quanto denaro avrebbe risparmiato se si fosse degnato di consultare qualche persona capace di renderlo istrutto dei veri principii delle scienze fisiche e chimiche applicabili alle sue pratiche indagini.

XIV.

La tempera del carattere di Palissy non fu soltanto mirabile per pazienza, perseveranza, sagacia, ma ei possedè inoltre una fermezza morale straordinaria e una rettitudine a tutte prove, sicchè a lui meglio che a qualunque altro si ponno applicare per eccellenza i notissimi versi del classico poeta latino:

» Justum ac tenacem propositi virum,
» Non civium ardor prava jubentium,
» Non vultus instantis tyranni
» Mente quatit solida. (ORAZIO)

(Non l'ardore dei cittadini che comandano cose prave; non il volto di un minacciante tiranno, scuotono la ferma volontà dell'uomo giusto e tenace nel suo proposito.)

XV.

Palissy era protestante, e non solo non esitò a confessare pubblicamente le sue opinioni, ma giunse sino a dichiararle senza nessun riguardo in un libro da lui composto sulla ceramica: l'audacia andò tropp'oltre! e Palissy, povero vecchio ottuagenario, fu trascinato dinanzi ad un tribunale ecclesiastico che gl'intimò di rinunziare alle sue credenze e di ritrattarle ne' suoi scritti; alle quali intimazioni egli oppose un determinato rifiuto, onde lo si rinchiuse alla Bastiglia. Il re di Francia Enrico III che ne apprezzava moltissimo il merito e desiderava liberarlo dai ceppi si recò alla sua prigione, ove fra il monarca e l'artefice ebbe luogo il seguente dialogo:

— « Mio caro galantuomo, disse il re, se non volete assolutamente sottommettervi in materia di religione, io sarò costretto ad abbandonarvi in balìa de' miei nemici. » — « Sire! rispose l'intrepido vecchio, io ho già fatto da lungo tempo l'intero sagrifizio della mia esistenza, e se pure un siffatto sagrifizio mi fosse costato sinora un qualche rammarico, esso si estinguerebbe affatto in questo momento, in cui mi è dato sentire il possente monarca della Francia a sclamare: *Io sono costretto!* mentre *coloro che costringono voi* ad agire in modo contrario alla vostra stessa volontà non potranno giammai *costringer me* a farlo, perchè io son pronto a morire prima di cedere, e perchè il vostro popolo intero non ha poter sufficiente per *costringer me*, semplice vasajo, a piegare il ginocchio dinanzi a delle immagini fabbricate dalle mie proprie mani. »

Palissy, in onta eterna del sovrano e del clero de' suoi tempi, restò recluso in perpetuo alla Bastiglia, ove morì in età di circa cento anni.

XVI.

Le opere di Palissy hanno uno stile tutto proprio e particolari qualità; corretta e pura ne apparisce in generale la forma, ma il dipintò è difettoso. Le figure sono in rilievo a colori e consistono in semplici fregi rappresentanti oggetti naturali, istorici, mitologici o allegorici; duro e brillante ne è lo smalto, in cui di frequente scorgesi il difetto di quelle rugosità onde vedonsi deformati i vasellami tedeschi della stessa epoca. Poco variate, ma generalmente vivaci sono le loro tinte fra le quali il bianco tende un po' al giallastro ed è ben lontano dalla beltà di quello che rende sì vaghi i lavori di Luca della Robbia; le altre poi sono un bell'indaco azzurro, un turchino grigiognolo, un giallo puro, un giallo d'ocria, un verde smeraldo, un verde giallognolo, un violetto prodotto dal manganese ed un altro violetto bruno, ma neppur l'ombra di un rosso. Il fondo degli oggetti è quasi sempre marmorizzato in turchino, giallo e violetto cupo.

Fig. 23.

La figura 23 rappresenta una bottiglia di porcellana (bottiglia da caccia) attribuita a Palissy e conservata nel gabinetto Sauvageot. Essa ha la forma ovale, ed il suo maggior diametro è di 10 pollici; vedesi fregiata degli stemmi gentilizii dei Montmorency, e forse fu per tale motivo che la si giudicò opera di Palissy, stantechè si sa che ei venne incombenzato dal duca di Montmorency per la decorazione del castello di Écouen.

Gli oggetti naturali rappresentati nei vasellami di Palissy sono rimarchevoli per la stupenda verità della forma e del colorito che li rende esattamente modellati sulla stessa natura, mostrando come questo valente artefice fosse in pari tempo un dotto naturalista; checchè se ne dica in contrario il signor di Voltaire, il quale nel

suo capitolo sulle *conchiglie* disconobbe la perspicacia del celebre artista suo connazionale, tacciandolo di *visionario*, perchè affermò un fatto geologico che l'odierna scienza giudicò positivamente indubitato. (Voltaire, tom. XXX, pag. 423 e seguen. Edizione 1832).

Le conchiglie con cui Palissy ornò un gran numero de' suoi capi d'opera sono fossili del bacino di Parigi e fors'anco di Grignon e suoi contorni; i pesci che vi si veggono imitano quelli proprii della Senna, come pure i rettili, soggetto ch'ei tanto predilige, sono gli stessi che abbondano sulle rive di detto fiume.

La maggior parte dei di lui lavori, specialmente i piatti e i vassoj trovansi sovracarichi di fregi in rilievo a colori, onde apparisce evidente che non furono mai destinati ad uso della tavola, ma servivano soltanto per ornamento di quelle enormi credenze, chiamate *dressoirs*, con cui si solevano ammobigliare in quei tempi le sale da pranzo.

Le produzioni di quest'abile vasajo debbono invero esser state numerosissime giacchè se ne veggono ancor molte nelle collezioni e nei gabinetti pubblici e privati e presso tutti i mercanti di anti-

Fig. 24.

chità d'ogni paese; però una sì ragguardevole quantità di opere non si trova in relazione colla loro limitata varietà di forma e di disegno, la quale si restringe a pochi modelli ripetuti all'infinito.

XVII.

La figura 24 rappresenta un bacile ovale di Palissy, adorno di magnifici rilievi e notissimo agl'intelligenti dell'arte sotto il nome

di *Piatto della Bella Giardiniera*: egli è fregiato di basso-rilievi, giallo-verdi sovra un campo verde e giallo rossigno, e trovasi conservato nella collezione Sauvageot.

XVIII.

Il diciassettesimo secolo oltrepassava di poco la sua metà allorchè si cominciò a fabbricare la majolica, la quale senza raggiungere la perfezione della porcellana costituì però un' innegabile progresso sugli antecedenti prodotti di questa industria; e siffatto avanzamento fu in gran parte cagionato dalla nuova scoperta di un' argilla plastica e bianca, che rimpiazzava benissimo l'argilla rossa adoperata anteriormente in Francia, in Germania e in Italia, e suscettiva a ricevere l'intonaco di una vernice incolôre e trasparente invece dell' altra opaca e colorita di cui si era fatto uso sino allora. Furono oltreciò introdotti rilevanti miglioramenti nei dettagli della fabbricazione, mercè le solerti cure di alcuni vasaj che dischiusero una vasta officina nello Staffordshire (in Inghilterra) e che dettero colle loro opere una meritata celebrità al grande distretto conosciuto da poi sotto il nome di *the Potteries*.

La circostanza che dette luogo a questo stabilimento industriale nello Staffordshire fu la duplice sua produzione naturale di una buona argilla plastica e del carbone necessario per l' alimento dei fornelli.

Burslem, città principale di quel distretto, trae, a quanto dicesi, la propria denominazione dai due vocaboli sassoni, *Burn* (fiume) o *Byrn* (scavo di miniera) e *Loem* (argilla); onde, se tale è veramente l' origine del nome di detta città, pare si possa quasi dedurne la conseguenza che la fabbricazione della majolica in quella località debba risalire ad un' epoca assai rimota.

XIX.

Verso il 1680, Palmer e Bagnall, vasaj di Burslem, mercè una delle solite combinazioni del caso, scoprirono come il sale marino contenesse in sè principii atti a formare una vernice; e lo scoprirono nel seguente modo: cadde loro del sale sul fuoco ed il vapore ch' ei produsse si sollevò nella direzione di un oggetto biscotto di majolica non inverniciata che si trovava là eventualmente, e che venne ricoperto quasi subito da una improvvisa vernice. Osservatosi dai due vasaj questo fatto inaspettato, ne fecero immediatamente un nuovo esperimento sovra altri oggetti e ne ottennero un identico risultato, cui essi non esitarono ad applicare all' intera manifattura.

Il sale vaporizzato, trovandosi a contatto colla majolica non verniciata, viene decomposto dalla silice che forma la maggior parte della pasta, e la soda deposta combinandosi colla stessa silice produce la vernice.

Fu per l'appunto circa a tal epoca che i fratelli Elers di Norimberga si recarono in Inghilterra per fondare una piccola officina nello Staffordshire, ove non si trovavano in allora altro che venti forni.

XX.

I fratelli Elers non tardarono a scoprire nelle vicinanze di Burslem un letto di argilla di superiore qualità, ed essendosi subito stabiliti in quel luogo, adottarono le misure più straordinarie e bizzarre onde involgere in un profondo mistero la materia prima da essi adoperata, non che il loro metodo di fabbricazione. A tal fine non solo resero inaccessibile la propria officina a chiunque si fosse, ma s'imposero di sopra più il non lieve sagrifizio di scegliere ad operaj gli individui più stupidi ed ignoranti del mondo, distribuendo, fra siffatta coorte di ebeti, il lavoro in guisa che ognuno di essi non poteva conoscere nulla più della sua personale specialità; però tutte queste strane e faticose precauzioni a lungo andare riescirono inutili; nè poteva essere altrimenti giacchè tai mezzi sono troppo deboli per rintuzzare l'audace ed operosa smania del guadagno sorretta dallo slancio intraprendente dell'ingegno.

Un operajo, chiamato Twyford, seppe illudere gli Elers affettando una completa indifferenza per l'arte, ed in grazia di questa astuzia gli fu dato conoscere alcuni dei loro segreti, ma la totale scoperta d'ogni minimo dettaglio era riserbata ad un altro individuo assai più destro, il quale seppe affettare il contegno e l'intendimento di un vero idiota in guisa da giungere ad ingannare per eccellenza i due vasaj, e sostenne per parecchi anni questo finto carattere onde guadagnarsi la loro intera fiducia e conoscerne i più nascosti segreti. In seguito a ciò gli Elers lasciarono subito lo Staffordshire andandosi a trapiantare in Londra.

Probabilmente si va ad essi debitori delle manifatture di porcellana che furono stabilite poco dopo tal epoca in Chelsea.

XXI.

Uno degli ingredienti della pasta da terraglia fina è la silice o pietra-focaja, e l'uso di detta sostanza venne causato dal fatto se-

guente. M. Astbury, figlio e successore dell'altro Astbury che s'impadronì con tanta accortezza del segreto impenetrabile dei fratelli Elers, viaggava a cavallo verso Londra; improvvisamente la sua cavalcatura si ammalò negli occhi ed esso fu costretto a fermarsi a Dunstable. L'albergatore presso il quale prese alloggio gli consigliò di applicare sugli occhi della bestia inferma un cataplasma di sassi calcinati, ed Astbury accingendosi di buon grado a porre in opera questo suggerimento osservò come i sassi che prima della calcinazione erano neri e trasparenti venissero dopo quella convertiti in una sostanza opaca e bianca, onde gli corse subito al pensiero l' idea che forse era possibile imbianchire anche l' argilla rossastra adoperata dai vasaj mischiandola con una quantità più o meno grande di quella materia dell' impiastro, divenuta sì bianca sotto l' azione del fuoco. L' esperienza ch' ei ne fece ebbe un pieno successo, e la silice o pietra-focaja cominciò ad essere da quel momento in poi uno degli ingredienti più rilevanti della pasta.

XXII.

Il più famoso fra gli artefici che aggiunsero in tal epoca nuove scoperte od ulteriori perfezionamenti all'arte si fu Giosia Wedgwood, il di cui nome suona indissolubilmente collegato alla storia di questo nobile ramo dell' industria inglese.

Questo celebre vasajo, nato a Burslem nel 1730, era figlio di Tommaso Wedgwood, vasajo esso pure, onde pare si possa quasi sicuramente argomentarne come tutta la sua istruzione siasi limitata a nulla più di saper leggere e scrivere, poichè è un fatto notorio che cominciò a lavorare alla ruota nell' officina paterna, non appena ebbe compiuti gli undici anni.

Dopo esser stato socio alcun tempo dei signori Harrison e Whieldon, ei si mise nel 1760 a far da sè, lavorando a proprio conto entro una povera capanna ricoperta di stoppia, dove rimase per poco stantechè prosperando rapidamente nella sua industria passò ad abitare in una migliore officina fabbricata a sue spese e che venne denominata *Bell Works* (fabbrica della campana) a motivo che gli operaj venivano chiamati al lavoro ed insieme congedati mediante il suono di una campanella. Fu precisamente in detto luogo che Wedgwood incominciò a fabbricare quei vasellami color caffè e latte a vernice plumbifera, divenuti poi tanto famosi mercè il favore che incontrarono presso la regina Carlotta, moglie di Giorgio III; favore che procurò ad essi la denominazione di *Queen 's ware* (oggetti della regina) ed al loro artefice il titolo di *vasajo della regina*.

Questo celebre uomo si rese stimabile tanto per valente industria quanto per virtù cittadine, ed è appunto a questa sua generosa e rara qualità che si va debitori dell'utilissima costruzione di quel canale che congiunge il Trent al Mersey, e che fu cominciato e compiuto fra il 1760 ed il 1777.

Diverse eredità e prosperi successi commerciali accrebbero a dismisura i suoi mezzi pecuniarj, onde nel 1770 comprò la terra di Ridge Hause per istabilirvi la sua officina manifatturiera di stoviglie nere, erigendovi in seguito anche una bella abitazione chiamata *Etruria* e contornata da molte altre grandiose officine nella quale ei si recò a dimorare insieme colla famiglia, e dove ammassò quelle principesche ricchezze da lui consacrate in gran parte a un infinito numero di nobili e caritatevoli opere. Il nome di Etruria conferito a quello stabilimento ed al circostante villaggio industriale gli venne imposto perchè l'antico Stato italiano così denominato salì in grande rinomanza per la leggiadria de'suoi vasellami.

Wedgwood morì nel 1795 in età di sessantaquattro anni.

Questo principe dei manifatturieri non si limitò soltanto a migliorare i metodi di fabbricazione, ma sospinse tutti i suoi sforzi ad una assai più ardua meta. Occupandosi con indefesso studio per raggiungere ogni possibile perfezione nella forma e negli abbellimenti, ei fece assoluta tavola rasa dei modelli bizzarri e senza grazia usati sino ai giorni suoi, sostituendo loro un nuovo genere di disegni semplici, eleganti e di una squisita purezza, imitati con mirabile fedeltà dalla collezione di vasi antichi raccolti in Italia da Hamilton. Adottando per gli ornamenti uno stile severo, si valse in pari tempo, come gli antichi vasaj etruschi, delle istruzioni e delle opere de' più illustri artisti contemporanei, e massimamente del celebre Flaxman, per ottenere una esatta correzione nei modelli: sistema invero lodevolissimo e che fu scrupolosamente continuato anche dal figlio suo.

Noi citeremo qui un esempio della magnifica generosità di questo uomo di genio, narrato poco fa in un giornale inglese e che varrà a dimostrare in qualche modo il cuore benefico e delicato ch' egli univa a tante stupende doti d' ingegno.

La famiglia Wedgwood era sempre frequentata da una ragguardevole schiera di uomini eminentemente distinti nelle arti e nelle lettere, fra cui vedevasi sir James Mackintosh; M. Stuart in allora editore del *Morning-Post;* Coleridge, Southey, ecc. Al principiare del 1798 il successore Coleridge fu invitato ad accettare la carica di ministro nella congregazione unitaria di Shrewsbury, il

qual fatto essendo venuto a cognizione di Tommaso Wedgwood, questi si affrettò a scrivergli subito una lettera per dissuaderlo dal mettersi in un impegno che l'avrebbe distolto dai suoi soliti lavori letterarii, che gli promettevano nell' avvenire una splendida rinomanza ed una magnifica posizione sociale; concludendo col dirgli che gli accludeva un mandato di 100 lire (2500 franchi) per timore ch' ei non venisse costretto ad accettare quel posto, dietro qualche ristrettezza di mezzi. Coleridge però essendosi assicurato come in quella congregazione avrebbe avuto un pingue stipendio ed una stabile collocazione, rimandò il mandato e si recò a Shrewsbury ove recitò il discorso di saggio, con unanime approvazione di tutto il suo gregge, e alla presenza di William Hazlitt, divenuto poi in seguito tanto famoso. Ma i Wedgwood non si quietarono nemmeno per questo, e persuasi sempre che il loro amico poeta fosse fuori di posto, e perduto per la società, tornarono a scrivergli di bel nuovo, supplicandolo di abbandonare l' intrapreso ufficio ecclesiastico, niente affatto omogeneo al di lui genere di studii, ed offerendogli in pari tempo, con vera generosità principesca, di metterlo in salvo da qualsiasi angustia futura coll'assegnargli una rendita vitalizia di 150 lire sterline; ossia di 3750 franchi. (*Edinburgh Review*, aprile 1848, pag. 389).

Prima di Wedgwood, le officine inglesi producevano vasellami meschini nella sostanza, grotteschi nelle forme ed affatto privi di gusto negli abbellimenti, i quali non erano nulla più che miserabili copie della porcellana chinese; ma in grazia dell' influenza di questo uomo benemerito, lo stile ed il carattere delle manifatture ceramiche della Gran Brettagna migliorarono in guisa tale che i prodotti dello Staffordshire, del Derbyshire, del Worcestershire e di Londra non solo rimpiazzarono sul mercato inglese i prodotti stranieri, ma si diffusero inoltre in tutti i paesi civilizzati; ed ecco ciò che ne diceva in proposito M. Faujas di Saint-Sond :

« Il genere eccellente della porcellana inglese, la sua stupenda dote di sopportare senza verun nocumento l'azione del fuoco, la sua bella vernice impenetrabile agli acidi, la beltà e la eleganza ond' ella è modellata, la sua solidità, e finalmente il suo modico prezzo ne produssero un commercio sì attivo e universale che da Parigi a Pietroburgo, da Amsterdam all' estremità della Svezia, e da Dunkerque alle provincie meridionali della Francia si è servito in ogni albergo con soli vasellami inglesi. Anche la Spagna, l'Italia, il Portogallo ne fanno gran uso, e se ne spediscono dei vascelli alle Indie e nel continente americano. »

Fig. 28. *Lavoratojo da torniero nelle fabbriche da porcellana.*

Capitolo Terzo.

I. Perfezionamenti introdotti da Wedgwood. — II. Vantaggi commerciali risultanti dalle fabbriche di vasellami. — III. Storia della porcellana chinese. — IV. Sua prima importazione in Europa. — V. Plasticità della materia prima. — VI. Perfezione delle sue forme. — VII. Pagoda di Nankin. — VIII. Forme dei vasi. — IX. Figura chiamata *Pou-sa*. — X. Scoperta della materia di porcellana in Europa. — XI. Origine e storia di Bottger. — XII. Suoi lavori in Sassonia. — XIII. Sua prigionia. — XIV. Si stabilisce in Dresda. — XV. Suoi primi lavori. — XVI. Terra bianca di Schnorr. — XVII. Scoperta del *caolino* sassone. — XVIII. Stabilimento della officina reale in Meissen. — XIX. Strane misure poste in opera affine di assicurarsi del segreto. — XX. Aneddoto di Brongniart. — XXI. Morte di Bottger. — XXII. Analisi della pasta di Dresda. XXIII. Stile della porcellana di Dresda. — XXIV. Figure grottesche. — XXV. Il segreto traspira. — XXVI. Ringler in Hoechst. — XXVII. Paolo Becker. — XXVIII. Fondazione della officina regia di Baviera. — XXIX. Fabbriche degli altri Stati germanici. — XXX. La pasta tenera di Sèvres. — XXXI. Suoi difetti.

I.

Fra i principali perfezionamenti di cui l'arte ceramica va debitrice al genio di Wedgwood, oltre i *Queen's ware* (oggetti della regina) devesi pure annoverare una terra cotta che imita mirabilmente il porfido, il granito, il marmo egizio, ed altri marmi; poi una qua-

lità di prodotti neri senza vernice, duri in modo da emettere scintille sotto l'azione dell'acciarino, suscettivi di un bel lucido, resistenti agli acidi ed atti a sopportare un'alta temperatura; altri articoli bianchi che posseggono qualità identiche alle succitate; ed insieme parecchie opere dello stesso genere in *bambous* o canne colorate; poi un biscotto utile ai chimici a causa della sua durezza, della sua resistenza agli acidi, della sua impenetrabilità ai liquidi, della sua immordacità e della sua potenza di sopportare un' altissima temperatura; finalmente un eccellente prodotto chiamato *diaspro*, e consistente in un biscotto di porcellana bianca di una estrema bellezza, il quale oltre le suddette proprietà dei basalti possede pure anche quella di ricevere, mediante l'applicazione degli ossidi metallici, ogni sorta di colore che si compenetra in tutta la sua grossezza a somiglianza di quelli che si danno al vetro o allo smalto in fusione. Questa speciale qualità, che non appartenne giammai a nessuna porcellana o majolica antica o moderna, fa sì che tale biscotto si presti meravigliosamente per camei e per qualsiasi oggetto che vogliasi formare in rilievo sovra un fondo di color differente e più cupo. I disegni in rilievo eseguiti con esso *diaspro* sono di un magnifico bianco.

II.

Per dare una completa idea dei supremi vantaggi recati all' industria inglese dalla fabbricazione dei prodotti ceramici, riporteremo qui il seguente brano di un rapporto letto dallo stesso Wedgwood dinanzi ad una commissione del Parlamento:

« Quantunque la sola fabbricazione nel distretto delle *Potteries* e nei contorni procuri il pane a 15,000, o 20,000 individui, pure tale vantaggio non è che un minimo dei molti ed importantissimi profitti risultanti da questa industria, fra i quali devesi specialmente noverare: 1.° l' enorme circolazione ch'ella origina in tutto il regno sia col trasporto delle materie prime, sia con quello delle merci manifatturate; 2.° il gran numero d' individui ch' ella impiega in suo servigio nelle miniere di carbone; 3.° il numero ancor più grande delle persone da essa occupate nella preparazione delle materie prime in parecchi lontani luoghi dell'Inghilterra, vale a dire, da Land's End in Cornovaglia, poi lungo la còsta sino a Falmouth, Teignmouth, Exeter, Pool, Gravesend, alla côsta Morfolh, Biddefort, al paese di Galles e alla côsta irlandese; 4.° i vascelli costieri, che dopo esser stati adoperati durante la propizia stagione nella pesca del Newfoundland,

trasportano poi più di 20,000 tonnellate per anno di dette materie prime a Liverpool e a Hull, mentre senza questo lavoro sarebbero rimasti disoccupati in porto; 5.º l'ulteriore trasporto di queste stesse materie lungo i fiumi e i canali per trasmetterle dai detti porti al distretto delle *Poteries*, situato in una delle parti più interne del regno; 6.º finalmente il trasporto delle merci manifatturate che si recano verso differenti punti dell'Inghilterra, per esser ivi imbarcate e spedite ai mercati stranieri aperti al commercio della majolica inglese. »

Oltrecciò M. Wedgwood soggiungeva con molta giustatezza come da siffatta fabbricazione emergessero varii altri vantaggi, che le sono in certo modo proprii ed esclusivi, in appoggio del quale asserto faceva osservare che il valore degli articoli fini consiste quasi interamente nella man d'opera che vi si consacra; che ogni *ton* (grossa botte) di materia prima produce parecchi *tons* di merce manifatturata pei vascelli, le di cui spese di carico sono pagate non a norma del peso, ma secondo il volume; che appena salperà un vascello solo dai porti inglesi, il quale non sia caricato almeno in parte da questo genere di mercanzia a buon mercato, voluminosa e perciò appunto eminentemente produttiva per l'Inghilterra, paese marittimo per eccellenza; e che infine i cinque sesti di quanto si fabbrica alle *Poteries* erano esportati in spedizioni alle piazze commerciali dell'estero.

III.

Mentre i vasaj europei si occupavano con maggiore o minore successo nella fabbricazione di una majolica, la quale, per quanti meriti aver potesse, ad ogni modo era pur sempre formata con una pasta rozza ed opaca, giungeva a noi dall'Oriente la porcellana fina che destava, ed a ragione, la completa ammirazione degl'intelligenti.

Senza convenire pienamente colle pretese dei Chinesi circa il far rimontare presso di loro ad un'epoca rimotissima l'esistenza di questa bella manifattura, resta però un fatto certo ch'essi la conoscevano e l'esercitavano parecchie centinaja d'anni prima ch'ella fosse conosciuta in Europa; ed è pur positivo che nella China si fabbricava la porcellana anche nell'anno 163 prima di Gesù Cristo.

Il primo forno di cui facciasi distintamente menzione negli annali chinesi era sito a Chang-Nan nella provincia di Keang-si, e chiamavasi *Taou-yaou*, e fu appunto da questa officina che vennero spediti tributi di porcellana alla corte di Voo-tih nell'anno 630 dell'era

volgare; mentre la celebre fabbrica di King-te-Tching, già più volte ricordata nel primo degli antecedenti capitoli, non esisteva prima dell'anno 1000 di Gesù Cristo.

Nel museo ceramico di Dresda veggonsi varii oggetti di porcellana della China aventi la data dell'anno 1403 al 1425, dal 1465 al 1488, dal 1573 al 1620, e che per conseguenza appartengono a diversi secoli. Giammai il carattere stazionario dei Chinesi risultò come quivi in pienissima evidenza, stantechè il più antico oggetto di questa collezione non differisce in nessuna maniera dal più recente tanto in riguardo al genere della materia-prima e della sua fabbricazione, quanto rapporto il colore e lo stile degli abbellimenti.

IV.

La porcellana chinese venne introdotta per la prima volta in Europa dai Portoghesi nel 1518, e trascorsero ben due secoli innanzi che si effettuasse qualche felice tentativo per imitarla fra noi. In Inghilterra ella fu chiamata *China* dal paese che l'aveva prodotta, mentre nel continente la si disse *porcellana*; nome di origine alquanto incerta, ma che si suppone derivato dal vocabolo portoghese *porcellana*, il quale significa *tazza* o *coppa* da bere.

L'arte di fare la porcellana conosciuta, come abbiam visto, tardissimo in Europa si estese invece assai presto dalla China ad altre contrade dell'Asia, e specialmente al Giappone ed alla Persia.

V.

In generale la pasta della porcellana orientale non presenta mai un bel bianco; ha la tinta grigiognola ed è ricoperta da una vernice verdastra: ella è dura, fragile, non sopporta il calore del fuoco, salvo che dietro molte precauzioni, ed apparisce assai meno trasparente della porcellana fina che si fabbrica in Francia ed in Germania.

Questa pasta prima di esser cotta trovasi dotata di una flessibilità straordinaria, ed in vero nessun'altra materia plastica sinora conosciuta si presterebbe al metodo di fabbricazione, cui essa viene sottomessa, nè permetterebbe di eseguire quei mirabili vasi tutti di un pezzo, di singolare grandezza, e scevri da ogni benchè minimo difetto.

Senz'essere tanto fusibile come la pasta colla quale formasi la porcellana tenera, essa è però meno infusibile di quella con cui si fabbrica la porcellana dura di Europa. Una tazza di porcellana chinese fu rammollita in un forno dell'officina di Sèvres.

VI.

Le forme della porcellana chinese sono di una squisita perfezione, la quale si rinviene sempre in egual grado persino negli oggetti che presentano le più grandi e delicate difficoltà di esecuzione, sicchè non è raro il caso di trovare degli articoli a vaste dimensioni, la di cui grossezza sia minore di quella di un guscio d'uovo. Veggonsi pure vasi cilindrici aperti, alti otto o nove pollici e stupendamente proporzionati; piatti fregiati di ornamenti in rilievo, meravigliosi per la loro leggerezza e per la levigatezza della superficie; e vasi di un pezzo solo che hanno alcune volte 44 pollici di altezza e 22 di diametro. Il signor Cambacères possiede un vaso a dimensioni pari delle suddette, il quale è rimarchevole per la magnificenza degli ornamenti in rilievo non che pei bellissimi draghi onde sono composti i due manichi.

VII.

Fra le opere di porcellana chinese, la di cui grandezza colpisce di stupore, devesi fare speciale menzione della famosa pagoda di Nankin, nella provincia di Kiang-Ming, alta non meno di 213 piedi e costruita di nove piani, le pareti dei quali veggonsi incrostate di lastre di porcellana.

Due piccoli modelli di questa torre, unica nel suo genere, trovansi nella imperiale Biblioteca di Parigi.

VIII.

Una delle forme più caratteristiche dei vasi chinesi si è quella che presenta il modello di due bottiglie tondeggianti congiunte insieme mediante uno stretto collo, come vedesi disegnato nelle figure 25 e 26 alla pagina seguente.

Gli ornamenti consueti poi di questi vasi sono lucertole o altri rettili a coda ricurva e biforcuta, rampanti da un vaso all'altro nel punto ove questi si uniscono.

Siffatta forma di vasi non fu mai vista in nessun luogo tranne che nella China e nell'Egitto; ciononostante però Mr. Brongniart rilevò un fatto che è molto interessante pei geografi e per gli antiquari, e cioè che si sono trovati dei vasi della stessa forma e fregiati di ornamenti affatto simili ai suddescritti, fra gli avanzi di an-

tichi vasellami, nel Perù, nel Chilì e nell'America del Sud, ove debbono esser stati adoperati secoli prima della venuta di Colombo. Uno di quelli ritrovato nel Perù vedesi diseguato nella figura 27; ed in

Fig. 25. Fig. 26. Fig. 27.

esso si osserverà quale coincidenza degna di rimarco, che i due recipienti sono congiunti l'uno all'altro mediante due bestie rampanti poste nella stessa collocazione ed attitudine ed aventi le rispettive code biforcute come nei vasi chinesi, coll'unica differenza che questi sono uniti da lucertole, mentre il peruviano lo è invece da due piccole scimie.

IX.

Quelle strane figure fregiate di una enorme pancia che si trovano sì spesso disegnate in vernice colorata sulla porcellana chinese, e vengono distinte comunemente col nome di *Pou-sa*, rappresentano il dio della porcellana reso celebre da una tradizione che lo dice martire dell'arte, perchè essendo intento alla prima cottura della medesima si accorse che l'azione del fornello era irregolare onde la materia stava in procinto di andare inevitabilmente perduta; e lo sarebbe stata difatto se desso con una generosità invero mirabilissima (almeno così afferma la leggenda!) non si fosse sagrificato lanciandosi entro il forno affine d'impedire tanta sventura e salvare la porcellana.

X.

Non fu che sul cominciare dello scorso secolo che s'iniziò in Europa l'arte di fabbricare la vera porcellana, e le circostanze con cui venne effettuata tale scoperta sono del più alto interesse.

Durante il diciassettesimo secolo, la porcellana orientale trasportata in Europa dai Portoghesi suscitò un'ammirazione generale e senza limite, sicchè fu posto in opera ogni sforzo affine di pervenire a conoscere la materia-prima ond'ell'era composta non che il metodo di fabbricarla. Molti agenti europei spediti a tale scopo in Levante, ed in ispecial modo il padre Entrecolles, misero in opera ogni mezzo possibile per riescire ad ottenere, a dispetto della gelosa sorveglianza dei Chinesi, qualche saggio della materia con cui veniva composto un prodotto tanto prezioso, ma siffatti saggi furono sempre tolti nello stato già allestito per l'officina dei vasaj, e non mai nello stato bruto come la veniva tratta dalle cave; ciononostante però la si esaminò esattamente e minuziosamente facendola analizzare dai più valenti fisici e chimici di quei giorni.

Tutte queste indagini e queste fatiche non ebbero verun risultato pratico; ma ciò che non potè fare nè l'intelligenza, nè la sagacia, venne invece prodotto, come spesso accade nelle scienze e nelle arti, da un semplice caso; ognuno però sa che siffatto genere di casi riescono inutili se un uomo di genio non è là presente per coglierli di volo e trarne partito, e forse anche qui il buon eveuto sarebbe rimasto infruttuoso, se non vi fosse stato l'ingegno abbastanza possente per ghermirlo ed approfittarne.

La Sassonia era la prima terra europea destinata a far germogliare anche fra noi questa preziosa manifattura.

XI.

Giovanni-Federico Bottger o Bottcher nacque a Schlaiz nel Voigtland il 4 febbrajo 1682, e poichè fu cresciuto lo si condusse a Magdeburg, ove il di lui padre era impiegato nella Zecca. Questo bravo uomo, che si dilettava della alchimia, pretendeva aver scoperta la pietra filosofale, e ne comunicò il segreto al proprio figlio, il quale dal canto suo imbevuto com'era esso pure delle idee superstiziose dell'epoca riteneva di conoscere il futuro, perchè essendo nato effettivamente in domenica, ei si riguardava come uno di quegli esseri privilegiati detti in allora: *figli del sabbato.*

Lo si mise a scuola presso un farmacista di Berlino chiamato Zorn; ma la specie di fascino che esercitava su di lui l'alchimia non gli lasciando campo di consacrarsi lungo tempo alla preparazione dei medicinali ne venne per conseguenza che un bel giorno egli abbandonò su due piedi maestro e laboratorio. In breve fu obbligato dai proprii parenti a ritornare nella farmacia dalla quale

era fuggito e dove fu nuovamente ricevuto dietro la promessa formale che avrebbe rinunciato per sempre ai suoi studii favoriti. Ma vi rimase per poco, stantechè avendo saputo che le sue ricerche e i suoi progetti, i quali gli avevano procurato fra i suoi concittadini il sopranome di *Fabbricator dell' oro*, erano giunti sino all'orecchio di Federico I, re di Prussia, temette o finse di temere che questo principe potesse farlo imprigionare affine di estorcergli il suo segreto, e perciò se ne fuggì di bel nuovo rifugiandosi in Sassonia, di dove venne reclamato dal governo prussiano, che dimandò istantemente il suo arresto. L'elettore di Sassonia però, poco sollecito di rimandare dal suo dominio un personaggio tanto prezioso, pensò di far meglio tenendoselo per sè e difatti lo nascose in un luogo nel quale era guardato a vista e trattato perfettamente bene, e dove gli furono elargiti tutti i mezzi necessarii per proseguire nelle sue chimiche ricerche.

XII.

Qualche tempo trascorse su questo piede di cose, senza mai che i lavori di Bottger giungessero a conseguire alcun risultato pratico, per il che l'Elettore cominciò a sospettare assai sulla possibile realizzazione delle magnifiche promesse dell' alchimista; ma riconoscendo d' altronde che il suo protetto, o, per dir più esatto, il suo prigioniero possedeva un eminente ingegno naturale congiunto a una profonda cognizione della scienza chimica dell'epoca, risolse d' impiegarlo in altre opere d'esito più probabile; e si fu a tale intento che pensò di metterlo a contatto con Walter di Tschirnhausen, occupato in allora nella ricerca di poter perfezionare la manifattura della majolica, e massime di poter scoprire il modo atto a produrre la porcellana orientale.

Bottger, che forse aveva concepito esso pure dei gravi timori sull' esito dei proprii tentativi per fabbricare dell'oro, si mostrò dispostissimo a cooperare Tschirnhausen nei suoi studi, ed anzi si affrettò di mettersi subito all' opera con lui, accingendosi con tutta l' energia che lo caratterizzava a fare numerose esperienze onde pervenire a fabbricare un genere di majolica più bella dell'antica.

XIII.

Affine di sottrarre Bottger e Tschirnhausen all'indiscreta curiosità del pubblico, l' Elettore li collocò nel castello di Albrechtsburg in

Meissen ove avevano a loro disposizione un ricco laboratorio e moltissimi operaj.

Bottger si trovava là in possesso di tutto quanto può render cara la vita, eccettuata la sua libertà. Aveva una carrozza ai suoi comandi, poteva recarsi a piacimento in Dresda, percorrere sin che voleva tutto il paese circostante, ma con un ufficiale sempre a fianco che non lo perdeva mai di vista un solo istante per timore ch'ei non fuggisse portando seco i suoi inestimabili segreti.

Il primo risultato dei lavori di Bottger e di Tschirnhausen fu la produzione di una majolica composta con una pasta rossa e compatta, la quale non differenziava gran fatto da quella di Spagna, d'Italia e di Francia.

Nel 1706 il re di Svezia Carlo XII andò in Sassonia, ed il re di Polonia, ch'era pure l'Elettor Sassone, temendo che non gli rapisse Bottger e i suoi segreti, lo fece condurre insieme con Tschirnhausen ed altri tre principali operai chiamati Ritter, Romanus e Beichling, nella fortezza di Konigestein, ove furono imprigionati e forniti di un laboratorio che loro procurava tutto l'agio di proseguire i loro lavori sotto la continua sorveglianza dei carcerieri. Dicesi che Bottger non perdè là dentro niente affatto della connaturale allegria del suo gaio temperamento, distraendo continuamente sè stesso e i proprii compagni di cattività con differenti passatempi ed in ispecial modo col comporre e recitare dei versi.

Malgrado però tutte le misure prese per impedire che questi prigionieri evadessero dal forte, Ritter e gli altri osarono formare un piano di fuga.

XIV.

Nel 1709, dopo un anno di reclusione in Konigestein, Bottger e Tschirnhausen vennero ricondotti a Dresda e stabiliti in un nuovo laboratorio allestito per essi sul Jungferbastei, nel quale continuarono i loro studii, occupandosi esclusivamente nel ricercare un metodo atto a fabbricare una porcellana simile a quella della China: incessanti ne' furono i lavori, infaticabili le cure e l'alacrità: si racconta persino come dovendosi alle volte sorvegliare il forno il giorno e la notte ed anche due o tre notti di seguito, Bottger era il primo a non allontanarsene mai dandosi in pari tempo ogni premura di ravvivare l'attività de' suoi ajutanti e di tenerli svegli col raccontar loro una faraggine d'aneddoti interessanti, ed insieme rallegrandoli coi suoi scherzi e colla sua espansiva gajezza.

Dicesi che a tal epoca si ottenne una somma di calore assai più intensa di quella prodotta dai fornelli in uso sino allora, mediante la concentrazione dei raggi solari col fuoco di un vasto specchio ardente costruito da Tschirnhausen.

Quest'ultimo morì l'anno susseguente (1708), ma tale avvenimento non apportò veruna interruzione nei lavori, anzi si eressero dei grandi forni ove moltissima majolica venne sottoposta all'azione del fuoco, con esito a vicenda prospero o sinistro secondo la qualità delle varie argille adoperate. Il re desiderò assistere ad uno di questi esperimenti e difatti sotto gli stessi suoi occhi fu levato dal forno un vaso da thè ancor rosso infuocato, il quale essendo immediatamente immerso nell'acqua fredda sopportò sì rapido cangiamento di temperatura senza soffrirne danno di sorta.

XV.

Però tali vasellami non erano nulla più di una buona majolica di argilla arenosa a cui si procurava di dare in qualche modo la brillante superficie della porcellana sia col lisciarla sulla ruota da lapidario, o sia col ricoprirla di una vernice opaca e colorata che si rendeva vitrea a una temperatura comparativamente bassa.

Ma finalmente un caso semplicissimo fece conoscere a Bottger le sostanze costituenti la vera porcellana orientale sì a lungo e con sì faticosi studii ricercate.

XVI.

In questo torno di tempo, certo Giovanni Schnorr, uno dei più ricchi capi-fabbrica dell'Erzgebirge, passando a cavallo nelle vicinanze d'Aue, osservò che la bestia aveva il passo più lento e come impicciato per la ragione che i suoi piedi si affondavano in una specie di terra bianca, molle e tenace, la quale evidentemente formava ivi lo strato superficiale del terreno. L'uso della polvere da incipriare i capelli era in allora talmente comune, che per conseguenza ella era divenuta un oggetto importantissimo di traffico. Dedito a vaste speculazioni, ed inoltre dotato di uno spirito intraprendente e sagace, Schnorr concepì all'istante il progetto di fare un esperimento di quella candida argilla onde scoprire se purificandola la si fosse potuta ridurre a tale finezza da valersene per polvere da incipriare invece dell'altra sino a quel tempo adoperata di fior di frumento; ed in effetto questo piano sortì un esito perfettissimo.

Schnorr, dopo alcune esperienze operate a Carlsfeld, stabilì una officina apposita da polvere per capelli, ed in breve ei venne assediato da un profluvio di commissioni che gli giungevano da Dresda, da Lipsia, da Zittau, insomma da tutte le città della Germania, ove quella nuova polvere si diffuse universalmente sotto il nome di *terra bianca di Schnorr.*

XVII.

Bottger, a somiglianza di tutte le altre persone incivilite de' tempi suoi, faceva uso di polvere, onde accadde che un giorno mentre il suo cameriere lo acconciava esso prese a caso in mano un pacco di detta polvere, il di cui peso straordinario che sorpassava di tanto quello del fior di farina, lo sorprese in modo ch' ei ne richiese il nome. Non appena il cameriere ebbe risposto com'ella fosse chiamata la *terra bianca di Schnorr*, subitamente gli si affacciò l' idea che un'argilla di un sì bel bianco, la quale era suscettibile ad essere ridotta in una polvere tanto fina, forse sarebbe stata una materia eccellente per fabbricare una majolica di squisita perfezione. In conseguenza adunque di questo raziocinio Bottger se ne procurò una certa quantità di pacchi e fece una esperienza che gli rivelò all' istante le preziose qualità di quell' argilla: ed infatti ella era nient'altro che il vero *Kaolin*, ossia la stessa e precisa materia-prima onde si compone la porcellana orientale tanto apprezzata, e che avea dato luogo a un enorme numero di ricerche infruttuose nell'intera Europa.

XVIII.

Allora il re pensò subito a stabilire quella regia manifattura di porcellana, che acquistò di poi tanta celebrità. Il luogo ove la si eresse fu il castello di Albrechtsburg, e Bottger ne divenne il direttore.

Si adottarono le più rigide misure affine d'impedire che tale scoperta si propalasse, e s'interdisse la esportazione della *terra bianca di Schnorr* sotto pena delle più severe punizioni, facendone trasporto da Aue all'officina di Meissen entro barili sigillati, custoditi da impiegati stretti da giuramento, e con una scorta di truppa reale.

Le precauzioni poste in opera onde assicurare nell'interno dell'ufficio un segreto tanto prezioso trascendono ogni immaginazione. La parola d'ordine che vincolava solennemente qualunque impiegato,

cominciando dal direttore sino all'ultimo operajo, si era: *Il segreto sino alla morte!* Ad ogni mese tutti i capi ed insieme tutti gli operai rinnovavano il giuramento, il quale vedevasi pur scritto a grandi caratteri sulle porte dell'intero opifizio.

Oltreciò fu emanato un decreto reale, che condannava a perpetua prigionia nella fortezza di Konigestein chiunque avesse divulgato un solo segreto della fabbrica.

XIX.

Insomma la regia officina di Meissen era sottoposta alle stessissime condizioni di un forte; nessuno era ammesso entro il suo recinto all'infuori dei soli impiegati ed allorquando il re in persona vi accompagnava qualche illustre personaggio straniero, si mettevano in opera le più grandi cautele affinchè niun segreto apparisse palesemente ai loro sguardi.

XX.

Nel 1812 M. Brongniart, in allora direttore della manifattura di Sèvres, fu spedito da Napoleone a visitare le fabbriche di porcellana della Germania, e per conseguenza si recò pure in quella di Meissen, ove il sistema di esclusione ed il più rigoroso mistero si trovavano tuttavia in pienissimo vigore. Il re di Sassonia non potè rifiutarsi alla domanda dell'imperatore francese e gli fu forza permettere a M. Brongniart di vedere la fabbrica, ma per far sì che un tal permesso non restasse vuoto di effetto abbisognò che in prevenzione egli sciogliesse momentaneamente il direttore, M. Kuhn, dal suo giuramento. Però la permissione di entrare si restrinse al solo M. Brongniart, mentre la persona che lo accompagnava venne assolutamente esclusa.

La porcellana che si fabbricava in Meissen era dura e fina, e tuttociò che rendeva già sì bella la porcellana orientale, vale a dire, colori, forme, disegni e dorature vi erano sì perfettamente imitati che esaminando i saggi conservati nella collezione di Dresda M. Brongniart dichiarò che fra essi e la vera porcellana chinese non gli sarebbe stato possibile riconoscere veruna differenza, nè li avrebbe distinti se i primi non avessero presentato il marchio della manifattura di Meissen.

XXI.

Bottger non ebbe forza sufficiente per sopportare l'auge della sua magnifica fortuna, sì che inebbriato della propria felicità e delle sue ingenti ricchezze, ei si dette pazzamente in preda ad una vita dissipata che lo condusse al sepolcro nella fresca età di trentacinque anni, nel 1719.

Tale si fu l'origine della manifattura della porcellana di Dresda, che divenne in seguito universalmente famosa, e dalla quale l'intera Europa trasse per più di cento anni le più belle ed ammirate produzioni dell'arte ceramica.

XXII.

Il caolino di Aue prosegue tuttavia ad essere adoperato come materia-prima nella porcellana di Sassonia. Attualmente in quella officina si adoperano due specie di pasta; una delle quali chiamata *pasta di servizio*, il che è quanto dire ch'ella è usata per la porcellana in generale, è composta come segue:

Caolino d'Aue	18
Caolino di Sosa	18
Caolino di Sedlitz	36
Feldspato ecc.	8
	80

Per la porcellana statuaria, poi, si mischia del feldspato e del quarzo al caolino d'Aue.

Stabilita una volta in Sassonia la fabbricazione della porcellana fina, questa tardò poco a diffondersi in altri paesi europei. Com'era ben da aspettarsi, la officina reale ebbe dei disertori fra i suoi impiegati, ed oltrecciò vi fu chi ritrovò altre materie-prime atte a formare una pasta buona, al che si aggiunse la scoperta di nuovi strati di caolino in altre diverse ubicazioni; circostanze tutte che concorsero del pari ad impedire che la Sassonia serbasse in completa proprietà la preziosa fabbricazione della porcellana.

XXIII.

Lo stile della porcellana sassone è notissimo agl'intelligenti, e qualunque siasi la loro opinione circa la di lei eleganza, ad ogni

modo però essi convengono nell'ammirarne concordemente la finitezza della esecuzione. Coloro che visitano la collezione di Dresda non possono a meno di restar sorpresi della bella serie di bestie grandi quasi al naturale, fra cui veggonsi pure orsi, rinoceronti, avvoltoj, pavoni, ecc., eseguiti tutti in porcellana per ornamento dello scalone che conduce alla Biblioteca elettorale. Questi meravigliosi lavori vennero fabbricati nel 1730; poi in un'epoca posteriore, allorquando la manifattura ebbe raggiunto un grado di maggior perfezione, si fecero pure altri oggetti non meno ragguardevoli per vastità di dimensioni, riccamente fregiati di fiori e rappresentanti mensole, e tavole, alcuna delle quali misurava non meno di 45 in 50 pollici sopra 25.

XXIV.

Ciò che si è sempre ammirato nelle porcellane di Dresda sono le figure ed i gruppi grotteschi, non già per lo stile, ma sibbene riguardo la esecuzione, perchè i costumi vi sono stupendamente imitati, e massime in quanto concerne i lavori delicati, come per esempio i merletti, vi si veggono eseguiti con tale perfezione che fa stupire. L'opera di genere grottesco che ottenne sino al presente la maggiore rinomanza, e che è conosciutissima da tutti gl'intelligenti, è il famoso sartore del conte di Bruhl, il quale offre un modello meraviglioso per la difficoltà dell'esecuzione a cagione dei numerosi e svariati accessorii che racchiude, giacchè quel celebre artigiano vi è rappresentato a cavallo di un capro, e lo si vede circondato da un completo arredo e da tutti gli utensili proprii del suo mestiere. Questo celebre gruppo, alto circa venti pollici, fu composto da Kundler, nel 1760, e suolsi vendere di consueto 20 lire sterline (500 franchi).

La manifattura di Dresda si è pur anche distinta sempre nella esecuzione dei fiori; e difatti un magnifico lavoro di tal genere fu visto alla Esposizione mondiale di Londra nel 1851; ell'era una *Camellia Japonica* con foglie e fiori bianchi, entro un vaso dorato, sostenuto da un piedestallo bianco e oro. Questo oggetto venne pagato 90 lire sterline, ossia 2250 franchi.

XXV.

Tutte le cautele adottate per nascondere la grande scoperta di Bottger e riserbare a Dresda l'utile privativa di fabbricare essa sola

la porcellana fina riescirono vane, perchè l'interesse la vinse sul rispetto dovuto al giuramento, e l'arte con tutti i suoi perfezionamenti si sparse in modo rapidissimo in altri luoghi della Germania.

Uno dei principali impiegati di Meissen, certo Stobzel, disertò dal regio stabilimento verso l'anno 1718 e fuggì a Vienna, ove essendo coadjuvato da un Belgio, chiamato Pasquier, e favorito insieme di un privilegio per venticinque anni concessogli dall'imperatore Carlo VI, fondò una piccola officina di porcellana, la quale per mancanza di mezzi pecuniarii del suo proprietario invece di progredire andava piuttosto mano mano decadendo, onde ella venne infine comperata nel 1744 dall'imperatrice Maria Teresa, che la eresse in manifattura regia. Per quasi venti anni tale stabilimento fu affatto passivo e vi si profusero grandi spese, ma poi nel 1760 cominciò a divenire produttivo, e finalmente nel 1780 se ne ritraeva annualmente il benefizio netto di 4000 lire (100,000 franchi). Il numero del personale impiegato recentemente in quella fabbrica ascendeva a quattrocento individui circa.

Sino al 1812 il caolino o argilla da porcellana ivi adoperato si estraeva nei contorni di Passau, sui confini della Baviera, oppure da Prinzdorf nell'Ungheria; ma in seguito si è cominciato ad usare il caolino che si estrae presso Brünn in Moravia, o in Unghbar nell'Ungheria.

I disertori di Meissen, come si è visto, avevano dato in balìa all'imperatore d'Austria i segreti del re di Sassonia, fondando in Vienna una manifattura di porcellana; e Vienna ebbe ella pure alla sua volta i proprii disertori che diffusero la piena conoscenza dell'arte in altri paesi della Germania.

XXVI.

Ringler, uno dei fuggitivi di Meissen, violate nuovamente le sue promesse e posto ancora in non cale il secondo giuramento, lascia Vienna, porta via con sè i disegni dei forni, si unisce con M. Gelz fabbricatore di majolica in Hochst, presso Francfort sul Meno, e mette questo vasajo alla portata di erigere, coadjuvato dai suoi due soci Lowenfink e Bengraf, una manifattura di porcellana fina.

I principi tedeschi, appassionati pei prodotti di quest'arte ed ansiosi tutti di stabilire, ognuno nel proprio Stato, una regia officina sul fare di quella di Dresda e di Vienna, non risparmiarono nessun mezzo di seduzione e di corruzione per attirare nella loro dipendenza qualche vasajo. Il duca di Brunswick, fra gli altri, mise tutto in

campo affine d'indurre il vasajo Bengraf ad abbandonare Ringler, e vi riuscì, ma a prezzo di molte angustie, poichè Bengraf venne arrestato per ordine dell'elettore di Magonza, e condannato a restarsi privo di cibo sino a tanto che non avesse disvelato per intero il metodò di fabbricare la porcellana, e che non ebbesi verificata l'esattezza delle sue rivelazioni. Quando piacque al cielo gli si permise d'andarsene, ed esso fondò nel 1750 la ben nota manifattura di Furstenberg sul Weser; ma siccome ei fu côlto dalla morte prima che i suoi preparativi fossero messi in pratica, ne conseguì che il duca di Brunswick non raccolse verun frutto delle tante sue cure ed ingenti spese; e quantunque ricorresse al barone di Lang, eminente chimico di quei giorni, per pur vedere se gli era possibile di realizzare le teorie del defunto Bengraf, ad ogni modo anche questa speranza tornò vana e gli fu forza di smettere il pensiero di avere un'officina di porcellana a sè.

Intanto Ringler, restato sempre in Hochst, continuava a dirigerne la manifattura dandosi gran cura di nascondere i suoi segreti e facendo invariabilmente procedere i lavori sotto la di lui personale sorveglianza. Ma sgraziatamente quel dabbèn' uomo era dedito all' ubbriachezza, ed i suoi subalterni si fecero lecito di approfittare di tale inconveniente. Essi sapevano come Ringler portasse sempre in tasca alcuni fogli ov'erano scritte le sue teorie, e un bel giorno lo indussero a bere in modo tale ch'egli perdè affatto la conoscenza, poi mentre giaceva immerso in profondo letargo gli tolsero le carte, e i suoi segreti di fabbrica vennero copiati, ricopiati, spediti in giro per tutta la Germania, ove furono venduti ad altissimo prezzo a tutti i ricchi signori, quali si ritennero felicissimi di possedere il segreto di una industria sì universalmente ammirata.

XXVII.

Il più attivo e ragguardevole fra i rivendugliolì delle ricette, o se vogliam dir meglio, delle memorie di Ringler, era certo Paolo Becker, il quale, dopo aver percorsa la Francia ed i Paesi-Bassi, si fermò finalmente in Brunswick ove gli fu assegnata dal duca una pensione col patto di metter termine alle sue peregrinazioni. La maggior parte poi delle ricette che circolavano erano o incomplete, o apocrife, onde ne risultò che coloro i quali ne fecero acquisto ne ritrassero o poco o niun profitto.

Ringler abbandonò Hochst per recarsi in Frankenthal, ove unendosi in società con un mercante chiamato Kammung, fondò una

nuova fabbrica da porcellana che poi divenne coll'avanzare del tempo una delle più famose della Germania.

XXVIII.

Egli andò pure in seguito anche a Monaco, ove, sotto la protezione del re di Baviera, eresse nel 1758 la fabbrica di porcellana di Nymphenburg, distante qualche miglio dalla città.

Questo stabilimento esiste tuttavia, ed è al presente la manifattura reale di Baviera. Si lavora il biscotto bianco a Nynphenburg, e gli abbellimenti si eseguiscono nei laboratorj di Monaco. L'argilla che vi si adopera è quella che trovasi in prossimità di Passau, il feldspato traesi da Raberstein in Baviera, ed il quarzo da Abensburg nelle vicinanze di Ratisbona.

Fu adunque mercè la indiscrezione dei disertori di varie officine che la manifattura della porcellana fece sorgere successivamente le regie fabbriche di Louisberg presso Stutgarda, di Berlino, di Copenaghen, di Brunswick e di Pietroburgo.

Dopo la pace di Hubertsburgh, Federico II re di Prussia eresse la officina reale di Berlino; e mentre era signore di Dresda spedì alla suddetta capitale una grande quantità di argilla da porcellana di Meissen insieme ad alcuni operai della stessa affine di ottenere un ulteriore perfezionamento nella sua fabbrica prussiana.

XXIX.

Il caso, che come abbiam visto sinora, sostenne sempre una parte principale nel progressivo avanzamento dell'arte ceramica, accorse pure in suo ajuto anche in Turingia; ed ecco in qual modo. Nel 1758 una vecchia popolana portò nel laboratorio del chimico Macheleid certa polvere, che a parer suo poteva benissimo venire adottata ad uso di sabbia per disseccare l'inchiostro delle scritture. La vista di quella polvere, che presentava tanta rassomiglianza coll'argilla da porcellana, colpì vivamente Enrico Macheleid figlio del chimico e reduce allora dalle scuole di Jena, onde ei l'analizzò all'istante e si convinse pienamente ch'ell'era vero caolino. Essendo riescito mediante la detta sostanza a fabbricare della porcellana, fondò nel 1762 un'officina, che fu poi trasferita nel 1767 a Wolkstadt, divenendo in seguito il semenzajo di tutte le altre fabbriche sôrte successivamente in quella parte di Stati germanici.

XXX.

Mentre l'arte progrediva sì floridamente in Germania, i vasaj francesi, privi com' erano del caolino e di qualunque altra qualità di argilla atta a rimpiazzarlo, tentavano ogni via per pur giungere ad inventare una composizione artificiale che loro procurasse i mezzi di sostenere in qualche modo il confronto coi vasaj degli altri paesi europei.

Tanti sforzi ebbero per risultato la scoperta di una felice imitazione di una pasta da porcellana, la quale divenne bentosto la base di una grande manifattura francese, e che fu dappoi conosciuta per più di un mezzo secolo sotto il nome di *pasta tenera* della reale officina di Sèvres.

Questa materia non racchiudeva in sè nè caolino, nè feldspato, costituenti essenziali d'ogni vera porcellanà, ed oltrecciò la sua composizione era soggetta ad alcune leggere variazioni. Per esempio nella porcellana di qualità superiore le qui sottoposte sostanze si trovavano divise nelle seguenti proporzioni per ogni centinajo di peso:

Nitro fuso	22,0
Sal marino	7,2
Allume	3,6
Soda d'Alicante	3,6
Gesso di Montmartre, ossia di Parigi	3,6
Sabbia di Fontainebleau	60,0
	100,0

Tutte le succennate sostanze, ben mischiate fra loro, si facevano cuocere o in un forno apposito, oppure in uno dei soliti forni da porcellana; d'ordinario però si calcinava l'allume ed il gesso prima di prosciugare la loro acqua di cristallizzazione.

La pasta, detta propriamente *pasta tenera*, si formava col mischiare di questa fritta con della creta bianca e della marga o marna calcarea estratta dalla terra rannosa d'Argenteuil, nelle seguenti proporzioni:

Fritta	75
Creta	17
Terra rannosa	8
	100

La bianchezza e la consistenza o durezza di questa pasta si modificava variando la proporzione della creta. Tutte le sostanze erano impastate insieme, ben bene macinate, poi si passavano allo staccio di seta.

La vernice che si adoperava componevasi così:

Litargirio	38
Sabbia calcinata di Fontainebleau . .	27
Silice calcinata	11
Sotto-carbonato di potassa	15
Sotto-carbonato di soda	9
	100

XXXI.

Questa pasta, tanto sotto il rapporto della plasticità come sotto quello della consistenza, era difettosa in guisa che non si poteva lavorarla alla ruota nè si poteva modellarla senza molte difficoltà; e per conseguenza onde riescire a darle la tenacità necessaria per far sì che non si screpolasse o non si spaccasse riducendosi in polvere mentre era arrotata al torno, la si univa a circa un dodicesimo per 100 del suo peso con un miscuglio di sapone nero e di colla di pergamena; più tardi si sostituì al sapone una soluzione di gomma dragante, alla quale poi suolsi attribuire quella specie di efflorescenze saline che si veggono alcune volte sugli articoli fabbricati. Mentre gli oggetti venivano torniti si spandeva all' intorno un polverio salino e calcinaceo estremamente noeivo e che cagionava nei vasaj moltissime affezioni polmonali e in ispecial modo l'asma. E fu questo per l'appunto uno dei motivi più forti che fece abbandonare addirittura la fabbricazione della porcellana tenera, non appena si fu scoperta anche in Francia l'argilla caolino.

Questa pasta artificiale a causa della sua mancanza di plasticità e coerenza presentava moltissime difficoltà nelle diverse fasi della fabbricazione. Per esempio, attesa la sua totale deficienza di tenacità, era indispensabile, allorchè gli oggetti si ponevano nel forno, il sorreggerne durante la cottura tutte le parti sporgenti, ed affinchè queste non ne restassero deformate bisognava che tali appoggi fossero fatti della medesima pasta. Le dimensioni lineari poi si contraevano o si restringevano, mediante la cottura, almeno di un settimo, cosicchè il volume d'ogni articolo diminuiva nella proporzione di 2 a 3.

Fig. 35. *Lavoratojo del modellatore in una fabbrica di porcellana.*

Capitolo Quarto.

I. Significazione dell'epiteto *tenera* applicato alla porcellana. — II. Qualità speciale di questa porcellana. — III. L'arte di farla si conosce ancora. — IV. Origine della Manifattura di Sèvres. — V. Sforzi per scoprire il caolino; Paolo Hannong. — VI. Scoperta del caolino di Limoges — VII. Aneddoto di Madama Darnet. — VIII. Porcellana inglese di Bow, Derby e Worcester. — IX. Argilla da porcellana di Cornovaglia. — X. Proprietà della vera porcellana. — XI. Vasellame di creta renosa. — XII. Causa della trasparenza. — XIII. Distinzione fra la porcellana dura e la tenera. — XIV. Porcellana tenera inglese. — XV. Preparazione dell'argilla. — XVI. Porcellana applicata alla statuaria. — XVII. Metodo di fabbrica. — XVIII. Metodo per colorire la porcellana. — XIX. Disegni colorati sui prodotti comuni; *press printing e bat printing*. — XX. Marche distintive delle manifatture. — XXI. Varie e recenti applicazioni dell'arte.

I.

L'épiteto *tenera*, applicato alla porcellana di cui ora parlammo, non vuol già dire ch'ella sia *morbida*, ma significa invece due qualità tutte sue proprie che la distinguono dalla porcellana dura; e la

prima di queste si è che detta pasta è fusibile ad una temperatura assai inferiore a quella usata per cuocere la porcellana dura, l'altra riguarda la vernice la quale è tanto molle che si può benissimo raschiarla via con una forchetta o un coltello di ferro.

Siffatta artificiale imitazione della porcellana fu per lungo tempo assai stimata, ed allorquando si cessò di fabbricarla, ella venne ognor più ricercata ed aumentò di prezzo in proporzione relativa della sua rarità.

II.

In grazia de' suoi stessi difetti, questa porcellana artificiale aveva qualche preminenza sulla vera porcellana fatta colla pasta di caolino e di feldspato. Causa la mollezza della sua vernice, i colori delle pitture vi compenetravano in guisa da apparire una medesima cosa colla stessa pasta, conservando in pari tempo una vivacità perfetta di tinte; il qual risultato è di sua natura difficilissimo a conseguirsi, attesa la facilità con cui la materia colorante è soggetta ad essere alterata dai costituenti salini della vernice. Dopo però che si cessò dal fabbricare la *pasta tenera*, un tale risultato non si riprodusse più negli articoli della manifattura di Sèvres; e fu soltanto posteriormente alla Esposizione universale di Londra, che alcuni manifatturieri inglesi cominciarono a far dei tentativi affine di ottenere un simile effetto.

V' hanno alcuni fondi colorati che sono affatto caratteristici della porcellana *vieux Sèvres*, perchè la vera porcellana propriamente detta non è suscettibile di riceverli in grado sì eminente e perfetto. Fra le quali tinte di fondo meritano speciale distinzione il bellissimo *turchino celeste*, chiamato *turquoise* a motivo della sua meravigliosa assomiglianza col gentile colore della gemma di questo nome; poi il *turchino cupo* insieme al *verde smeraldo* ottenuto mediante il rame, e finalmente il magnifico *rosso*, detto *rosa Dubarry*, in causa della preferenza che gli venne accordata dalla troppo famosa favorita di Luigi XV.

Quantunque siffatti prodotti non racchiudano in sè stessi nessuno dei costituenti essenziali della vera porcellana, e sebbene non possano essere riguardati altrimenti che come un' artificiale contraffazione della medesima, ad ogni modo però si è costretti a convenire che per le loro qualità superficiali ed esterne bisogna stimarli qual bella copia di un bell'originale, la quale nella sua preparazione e fabbricazione ha necessariamente dovuto esigere un cumolo di ri-

sorse scientifiche e artistiche assai più profonde di quelle poste in opera pel suo modello, che si compone di materiali offerti spontaneamente da madre natura stessa e che vengono adoperati presso a poco nel preciso stato in cui ella li elargisce. E difatti ognuno può col solo buon senso comprendere come per iscoprire e combinare tutti gli elementi complicati della porcellana artificiale, siano state indispensabili lunghe e pazienti ricerche, grandi cognizioni chimiche, molta sagacia, infaticabile perseveranza, ed eminente ingegno; mentre invece per fabbricare la vera porcellana cosa abbisognava? bisognava soltanto che un vasajo ponesse a caso la mano sovra una vena di caolino e di feldspato.

La fabbricazione della porcellana artificiale francese cominciò verso il 1695 e proseguì, da sè sola, per un secolo. L'esistenza poi del vero caolino fu scoperta in Francia nel 1768, ed a tal epoca s'iniziò la manifattura della porcellana reale, che avanzò contemporaneamente con quella dell'artificiale sino al 1804; poi quest'ultima fu affatto tralasciata e la Manifattura regia di Francia non produsse più altro che porcellana vera.

III.

Tra gli amatori della porcellana havvene alcuni, anche nel numero dei meglio informati, i quali credono che l'arte di fabbricare la pasta tenera di Sèvres sia andata interamente perduta e che per conseguenza essendo impossibile di riprodurne degli oggetti, questi debbono avere in adesso un gran valore: ma tale opinione è veramente erronea, perchè in Sevres si conservano tutti gli elementi e tutti i preparati necessarii per fabbricare quanta porcellana artificiale si vuole, onde è ben facile capire che una tale fabbricazione può esser ripresa ogni qual volta ciò sia di piacimento; e se noi non fummo male informati ne pare che questo fatto non sia molto lontano, atteso che fu riconosciuto come la *pasta tenera* possa venire usata con profitto negli articoli di decorazione, vasi, quadri, ecc.

Nel 1695, allorchè s'iniziò la manifattura della pasta tenera, la fabbrica di Saint-Cloud era proprietà di un particolare chiamato Morin. L'invenzione di questa porcellana artificiale fu il risultato di venticinque anni di fatiche e di ricerche.

Tale fabbricazione cominciò circa quindici anni prima della scoperta del caolino e della fabbricazione della porcellana dura di Dresda.

IV.

Lo stabilimento che conseguì nel progresso del tempo tanta celebrità sotto il nome di manifattura di Sèvres, trovavasi dapprincipio in Vincennes, ed era un'impresa affatto privata; ma nel 1753 Luigi XV ne divenne comproprietario partecipando al terzo degli utili, e conferendo all'officina il diritto di chiamarsi regia Manifattura di porcellana. Verso il 1754 questa fabbrica si acquistò una importantissima rinomanza mercè la bellezza e la straordinaria perfezione dei suoi prodotti, e sovratutto in causa di un magnifico servizio da tavola presentato dal re all'imperatrice Catterina di Russia. La fabbrica s'ingrandì a grado a grado e le officine di Vincennes divenendo omai troppo anguste per la ognor crescente estensione dei lavori, si elevò nel villaggio di Sèvres sulla grande strada fra Versailles e Parigi un immenso opificio ove venne traslocata la manifattura nel 1756.

Dopo alcuni anni il re acquistò per intero lo stabilimento, il quale restò d'allora in poi in esclusiva proprietà dello Stato.

V.

È ben facile immaginare che la celebrità della porcellana tedesca, ed in ispecial modo di quella di Dresda, eccitò vivissimo desiderio, e promosse infaticabili indagini onde giungere a scoprire anche in Francia il prezioso minerale indispensabilmente necessario per fabbricare la vera porcellana; ma per riescire in tale impresa conveniva risolvere due quistioni ardue del pari. La prima delle quali consisteva nel poter determinare quale fosse veramente la materia-prima adoperata e che si teneva tuttavia ravvolta nel più profondo segreto; e l'altra si era quella di pervenire a sapere se questa sostanza si sarebbe o no ritrovata in Francia.

Nel 1753, prima che la regia officina di Vincennes passasse a Sèvres, certo Paolo Hannong di Strasburgo, già proprietario di alcune fabbriche di majolica e porcellana in Haguenau, e che per conseguenza conosceva a perfezione tanto le materie-prime come pure il modo di fabbricazione della porcellana di Germania, fece proporre a Mr. Boileau, direttore della manifattura di Vincennes, di vendergli il segreto dietro la retribuzione di 4000 lire sterline (100,000 franc.) contanti, e di una rendita vitalizia di 12,000 franchi annui. Una tale proposta venne rifiutata, e Hannong, in seguito ad

un regio decreto che proibiva la traslazione della fabbrica da porcellana in Francia, ne fondò una in Frankenthal (anno 1754).

Hannong morì e gli successe il suo fratello Pier-Antonio, col quale il governo francese aprì di bel nuovo le trattative già state in antecedenza interrotte mercè le esorbitanti esigenze del defunto Paolo. I ministri di Luigi XV misero in opera ogni sforzo onde riescire nello scopo di procurare all'industria francese il possesso di un'arte tanto stimata, e così franchigiarla dalla necessità di sottostare all'importazione di un articolo sostenuto ad altissimo prezzo. Mr. Boileau, direttore come già si disse della reale Manifattura di Sèvres, fu spedito a Frankenthal munito di pieni poteri e per opera sua venne firmato il 29 luglio 1761 un contratto, mediante il quale Pier-Antonio Hannong si obbligava di svelare il segreto delle materie-prime non che i metodi usati nella fabbricazione della vera porcellana. Ciononostante questo contratto non potè essere effettuato attesa la imprevista circostanza che le indispensabili materie-prime (caolino e feldspato) non erano nemmeno scoperte in Francia e non vi si potevano far venire dai paesi che lo possedevano perchè la esportazione ne era proibita. Il trattato stabilito con Hannong per conseguenza restò nullo, e il governo, per pur ricompensarlo in qualche modo, gli regalò la somma di 4000 franchi, assicurandogli inoltre la rendita vitalizia di altri 1200.

VI.

Finalmente giunse il fortunato momento in cui il caso doveva scoprire il caolino anche sul suolo francese.

La signora Darnet, moglie di un medico di campagna, abitante in Saint-Yrieix presso Limoges, ritrovò in una valle del contorno una qualità di argilla candida e oleosa ch'ella giudicò poter esser giovevole ad imbiancare la tela; nel qual intento la mostrò al proprio marito consultandolo in proposito. Non appena questi la vide concepì il pensiero che una tal specie di terra avesse a contenere in sè qualche proprietà assai più rilevante di quella supposta dalla moglie sua, onde la portò a Bordeaux per mostrarla a certo Villaris chimico di detta città. Costui, che già conosceva teoricamente le qualità dell'argilla da porcellana, e le sollecite cure con la cui veniva ricercata, sospettò che la signora Darnet avesse, senza volerlo, colto nel segno, e spedì quella terra in Parigi al chimico Macquer, occupato in continue esperienze su tal soggetto; e Macquer, avendo immediatamente riconosciuto in essa il vero cao-

lino, si recò in Saint-Yrieix, ove rinvenne di fatto un ricco filone della preziosa e sospiratissima sostanza. S' istituirono varie esperienze in Sèvres, che valsero a confermare trionfalmente come presso Limoges esisteva il caolino, il quale fu subito posto in opera, dando così principio anche in Francia alla fabbricazione della porcellana dura. Questo accadeva nell' agosto del 1768.

VII.

Mr. Brongniart racconta un curioso aneddoto che si rannoda a quanto or ora narrammo e che è il seguente: Nel 1825, allorquando il suddetto era direttore della manifattura, una vecchissima donna, che appariva ridotta alla massima miseria, si presentò un giorno a lui, implorando un qualche soccorso onde poter fare di bel nuovo il viaggio a piedi sino a Saint-Yrieix, di dove ell'era venuta: quell' infelice questuante era Mad. Darnet, che aveva scoperto il caolino di Limoges, e procurato così alla Francia quell' essenziale elemento di ricca industria. Com' è facile l' immaginare, la sua supplica fu largamente esaudita, e dietro le sollecitudini dello stesso Mr. Brongniart, il re le accordò sulla lista civile una piccola pensione, di cui ella godè sino alla morte.

VIII.

La prima porcellana inglese fu fabbricata a Bow e a Chelsea, poco lungi da Londra; la pasta era composta di un miscuglio della sabbia di Alum-Bay, nell' isola di Wight, con argilla plastica e cristallo inglese polverizzato, e la sua superficie veniva incrostata di una vernice a base di piombo. Questa fabbricazione ebbe molto successo.

Nel 1748 se ne trasferì la manifattura a Derby; e nel 1751 il dottore Wales istituiva in Worcester un' officina di porcellana *tenera (la Worcester Porcelain Company)* che esiste anche attualmente, ma sotto un' altra proprietà. Si attribuisce al detto Wales l' invenzione di stampare sulla porcellana, ossia di trasportare i disegni stampati dalla carta sul biscotto; la quale operazione si fa così: s' incide primamente il modello sul rame, indi si pone la materia colorante sull'incisione, come suolsi fare in tutte le usuali incisioni in rame, ed il disegno resta così trasportato sulla carta, poi questa si applica all' istante sul biscotto, con cui viene ad aderire la materia colo-

rantè formandovi il disegno; fatto ciò si cava la carta, si lava il biscotto, ove la materia colorante resta sola; allora si distende sul disegno una vernice vitrea che dopo la sua condensazione lo lascia apparire perfettamente sulla superficie dell'oggetto.

La *Worcester Porcelain Company* non lavorò dapprincipio altro che porcellana bianca e turchina ad imitazione di quella di Nankin, e faceva vasellami sul genere dei Giapponesi.

Cookworthy di Plymouth continuò la fabbricazione della porcellana di Worcester sino al 1783, poi quella officina passò nelle mani di Tommaso Flight.

IX.

Verso il 1751, MM. Littler, Yates e Baddeley tentarono di fabbricare della porcellana nello Staffordshire, ma senza nessun esito, e fu soltanto nel 1763 che i signori Baddeley e Fletcher giunsero a comporne in Shelton.

Il caolino, o argilla da porcellana, come la si chiama comunemente, adoperata nella porcellana inglese, si ritrova nelle contee di Cornovaglia, di Devon e di Dorset. Il caolino di Cornovaglia fu scoperto da Cookworthy nel 1768, presso a poco nello stesso tempo di quello di Saint-Yrieix in Francia, ma l'inglese è più stimato e mercè di lui l'arte ottenne un ulteriore perfezionamento.

X.

Le qualità che distinguono la vera porcellana dalle altre produzioni inferiori dei vasaj sono la bianchezza, la densità, la trasparenza, la fina tessitura della vernice, e l'esser tanto compatta. La vernice o incrostatura della porcellana avrebbe la morbidezza del velluto e non già il lucido brillante del lustrino se non si avesse la previdenza di adoperare una vernice che si fonde difficilmente, e che non viene mai sottoposta ad una temperatura oltrepassante il grado necessario per la sua fusione.

XI.

I vasellami di *grès* o creta renosa sono di un bellissimo genere e si avvicinano più di ogni altro alla porcellana. Essi sono densi e compatti in guisa che sebbene la loro superficie sia di solito inverniciata ciò si fa soltanto per renderli più leggiadri in vista e non

già perchè la vernice sia indispensabile, come nel più dei casi, per preservarli dall' azione dei liquidi. Ben lavorata e ben cotta, la *creta renosa* è abbastanza dura per emettere scintille sotto l' acciarino.

XII.

La trasparenza della porcellana è causata dalla vetrificazione d'un costituente della pasta durante la cottura. Gli altri costituenti essendo molto meno fusibili, ne consegue che gli articoli serbano assolutamente la loro forma nello stesso modo con cui, per esempio, un vaso da fiori conserverebbe la sua s' ei fosse completamente saturo d'acqua. La trasparenza, in tal guisa prodotta, nella porcellana è un fenomeno del medesimo genere di quello che succede ogni qualvolta si satura di cera la carta o la tela. Il costituente vetrificabile che rende la porcellana trasparente è per lo più il feldspato; però in alcuni casi è invece la calce che combinandosi coll' allume e colla silice forma un doppio silicato d' allume e calce, maggiormente fusibile del silicato semplice d' allume. L' ossido di ferro produce un eguale effetto, ma non si può adoperarlo che nei prodotti di qualità inferiore, stantechè ei colorisce la pasta.

Aumentando la proporzione del costituente vetrificabile, si comunica agli oggetti una trasparenza maggiore, ma la pasta diviene meno plastica, assai difficile da lavorare e più soggetta a deformarsi.

XIII.

È cosa importantissima il distinguere con chiarezza la differenza esistente fra la porcellana dura, od orientale, e le varietà della porcellana tenera. Il corpo di questa è più fusibile di quello della prima; siffatta proprietà le viene procurata dal contenere in sè una maggiore proporzione di costituenti alcalini, come sarebbe a dire di feldspato o di silicati alcalini espressamente preparati a tal uopo e chiamati *fritte*. La vernice usata per la porcellana tenera è assai più fusibile di quella della dura, ed ella deve questa qualità a una certa dose d' ossido di piombo che si frammischia nella sua composizione.

In alcuni generi di porcellana tenera non entra veruna specie di argilla, perchè l'intero impasto è formato mediante una fritta artificiale; tali prodotti però, per quanto siano belli, finamente lavo-

rati e ricchi di ornamenti, ad ogni modo non si dovranno mai qualificare col titolo di porcellana, ma tutt'al più si potranno riguardare come un'ingegnosa imitazione, cui si annette lo stesso pregio che suolsi dare ad un articolo dorato posto al confronto di un altro articolo d'oro puro. Ciononostante tali sono per l'appunto quegli oggetti che noi vediamo communemente tanto ammirati e tanto apprezzati sotto la denominazione di *porcellana vieux Sèvres*.

XIV.

La porcellana inglese, non che alcun'altra specie di prodotti fabbricati anche al presente in qualche officina di Francia, appartengono alla classe della porcellana tenera, sebbene non siano eguali e nemmeno rassomiglianti al *vieux Sèvres*. La porcellana inglese è nella massima parte composta colle argille della Cornovaglia, del Devon e del Dorsetshire. La prima di queste essendo di qualità assai superiore alle altre due, la viene chiamata dai vasaj col nome di *China clay* (argilla da porcellana) e viene adoperata di preferenza nella composizione dei migliori prodotti. In sostanza ella non è che feldspato estratto dal granito, che gli stessi mercanti d'argilla preparano nella Cornovaglia prima di farne le spedizioni alle officine.

La Cornovaglia possede enormi massi di granito bianco, il quale trovasi su diversi punti, in gran parte decomposto, ed è precisamente quello ridotto in tale stato che si raccoglie e si allestisce per uso de' vasaj.

XV.

La preparazione che gli si fa subire è la seguente: si spezza il granito col piccone, indi lo si depone in un alveo d'acqua corrente, che ne distacca le parti argillose e leggiere, tenendole in sospensione e separandole dal quarzo e dal talco. All'estremità dei ruscelli trovasi una specie di laguna ove la corrente si versa, ed entro cui l'argilla pura ch'ella trascina seco sospesa può deporsi al fondo; la qual deposizione effettuata che sia, si lascia escir l'acqua, poi se ne estrae la sostanza deposta in tanti massi quadrati, che si collocano sovra forti tavole, dette *linnees*, disposte in guisa da lasciar circolare liberamente l'aria affinchè l'argilla possa disseccarsi a dovere.

Così preparata quest'argilla apparisce estremamente bianca e diventa suscettiva ad essere ridotta in istato di polvere impalpabile.

XVI

Da poco tempo in qua l'Inghilterra superò di molto le altre manifatture del continente europeo in un nuovo ramo di questa nobile industria; voglio dire nella fabbricazione della *porcellana statuaria*; bellissimo prodotto inventato in alcune delle officine più ragguardevoli dello Staffordshire durante l'ultimo scorso settennio.

Secondo il solito di ogni innovazione nascente, anche questa andò soggetta a parecchie modificazioni, le quali sortirono tutte un felicissimo esito. Dapprincipio la materia *statuaria* fu limitata a ricoprire di una incrostatura superficiale e tenue un qualchè articolo; ma in seguito l'intero corpo dell'articolo stesso fu addirittura composto di una completa massa di porcellana statuaria. Gli oggetti così prodotti sono superiori di qualità, ma riescono difficilissimi da fabbricarsi stantechè subiscono una grande riduzione durante la cottura, e per conseguenza gli articoli, massime quelli di grandezza considerevole e complicati di forma, corrono molto pericolo tanto di deformarsi come di rompersi. Questa contrazione o riduzione scema di un quarto la loro grandezza originale, così che se un oggetto sortendo dalle mani del vasajo è alto quattro piedi, allorquando esce dippoi dal forno egli apparisce invece non più alto di tre, ben inteso che tutte le sue dimensioni decrescono in proporzione relativa. La reale riduzione nelle dimensioni cubiche, corrispondenti a questa, è superiore della metà, onde ne consegue che la materia cotta può esser contenuta in uno spazio minore della metà di quello occupato dalla materia ancor non cotta.

XVII.

Il metodo posto in opera per fabbricare la porcellana statuaria viene chiamato *fusione*, perchè effettivamente sotto molti rapporti egli è identico a quello con cui si riproducono in metallo le cavità degli oggetti. Se l'articolo che si vuol fare non può esser colato di un sol pezzo, si prepara una forma di gesso di Parigi, diviso in due parti suscettive a congiungersi perfettamente mercè la loro superficie piana ed eguale; ambedue queste parti poi hanno un profondo stampo da un lato. Per formarsi un'idea di siffatto apparecchio basterà osservare una forma comune da pallottole.

Allorchè le due parti dello stampo sono poste a contatto, trovasi nel loro interno uno spazio vuoto che corrisponde esattamente alla

figura dell'oggetto che si vuol fabbricare; e da un lato havvi una piccola apertura ove si versa il liquido.

Mischiando la pasta statuaria con circa il suo peso d'acqua, la si riduce alla consistenza di una densa crema, e allorquando la completa mescolanza crea un assieme totalmente omogeneo, lo si versa nella forma che ne resta piena per un tempo più o meno lungo secondo la grossezza che si vuol dare alla materia statuaria nel comporre l'oggetto. Durante questo, lo stampo di gesso assorbe la parte d'acqua del liquido-crema, o *slip* (come suolsi comunemente chiamare) che le si trova a contatto, onde ne consegue che una crosta di pasta abbastanza asciutta per aver coerenza rimane aderente alla superficie dello stampo stesso. Nell'interno poi di questo trovasi naturalmente un residuo di *slip* tuttavia in istato liquido perchè non assorbito, e questo lo si sottrae mediante un foro praticato a tale effetto nella forma, la quale serba soltanto la suddetta crosta solida.

Qualora si voglia dare più consistenza o maggior peso all'oggetto, convien ripetere l'opera dell'introduzione e del versamento del liquido; e per rendere eguale la grossezza della crosta deposta si ha la previdenza di capovolgere lo stampo ogni volta che ha ricevuto una nuova addizione di *slip*.

La grossezza dell'oggetto può variare dalla tenuità di un guscio d'uovo sino a quella richiesta dalle più vaste dimensioni possibili; anzi sul continente si produce un genere di articoli sottili e delicati che chiamasi appunto *porcellana guscio d'ovo*.

Quando trattasi di fabbricare un gran modello, l'operazione diviene assai più complicata. Supponiamo che l'altezza della figura sia di 24 pollici. Prima di tutto si preparano varii stampi distinti e indipendenti per le differenti parti del soggetto, i quali stampi nei modelli complicati e grandiosi ascendono alcuna volta a non meno di quaranta o cinquanta.

Supponendo adunque, come già si disse, che il disegno o il gruppo che si vuol fare misuri 24 pollici di altezza, la riduzione che avrà luogo prima che tali fusioni possano esser ritirate dalla forma (riduzione cagionata dalla natura assorbente del gesso ond'è composta la forma stessa) sarà uguale a un pollice e mezzo sull'altezza. Le diverse fusioni sono allora riunite insieme dal *metteur en figure* (compositore dei disegni); le traccie delle differenti connessioni delle forme vengono tolte accuratamente, e si lavora con ogni diligenza intorno all'assieme della fusione sino a tanto che si perviene a dargli il grado di finitezza conveniente. Dopo ciò si fa prosciugare l'oggetto affine

di metterlo alla portata di soffrire l'azione del fuoco, stantechè ov'ei fosse posto nel forno ancor umido, la precipitosa riduzione prodotta istantaneamente dall'eccessivo calore lo spezzerebbe; durante tale prosciugamento l'oggetto scema di un pollice e mezzo, ossia vien ridotto a 21 pollici di altezza. La cottura del forno, prova di supremo pericolo per lui, produce l'ulteriore diminuzione di altri 3 pollici onde ne consegue che si riduce a 18 pollici di altezza, il che è quanto dire che ha 6 pollici o un quarto meno del suo modello; egli dunque perde durante l'intera operazione un quarto delle sue dimensioni lineari, cioè più della metà delle sue dimensioni cubiche. Ciononostante, tale e tanta si è l'abilità pratica dei fabbricatori di questo bel prodotto artistico che nelle loro opere finite non è possibile scoprire un benchè minimo difetto sia nella forma come nel disegno.

La perfezione a cui salì di recente questo ramo dell'arte del vasajo induce a credere ch'ella diverrà in breve rispetto la scoltura ciò che fu l'incisione per la pittura, ma molto più strettamente, attesa la completa identicità di colore, di tessitura e di disegno.

XVIII.

I colori usati nell'abbellimento della porcellana sono prodotti da alcuni ossidi metallici combinati con altre sostanze dette *fondants* (liquefacenti) perchè hanno la facoltà di facilitare la fusione. In tal guisa l'ossido d'oro produce le tinte rosse, come sarebbe a dire, il cremisi, la porpora ed il roseo; ma però questi colori del rosso vengono similmente prodotti anche dagli ossidi di ferro e di cromio, i quali producono pure, al pari di quelli del cobalto e del manganese, i colori neri e bruni. Gli ossidi di cromio, di uranio, d'antimonio e di ferro creano il color aranciato; quelli di cromio e di rame, il verde; quelli di cobalto e di zinco, il turchino. I *fondants* poi di questi differenti ossidi sono il borace, la silice, l'ossido di piombo, ecc.

Tali sostanze coloranti vengono adoperate con essenze d'olii e colla trementina; ma ciò che rende penoso ed arduo il lavoro dell'artefice, si è che la loro tinta varia con molta facilità, ossia succede bene spesso che dopo aver subita l'azione del calore, esse appariscono affatto differenti da quello che si mostrarono sulla tavolozza; oltrecciò non solo il calore porta via la vera tinta, ma rammollendo parzialmente la vernice e fondendola, fa sì che il colore s'incorpora nello stesso oggetto; nè si tarderà a comprendere la gravità di siffatto inconveniente, qualora si rifletta alla delicatezza di

colorito indispensabile in alcuni casi e massime dovendo ritrarre la carnagione di qualche figura umana. Nè qui stà tutto. Siccome poi solo un certo dato grado di calore determina la tinta perfetta di un colore, e siccome qualunque colore varia incessantemente a seconda dei gradi del calore, così ne consegue un altro pericolo proveniente dalla maggiore o minore intensità di caldo che la stessa tinta è suscettiva di ricevere; e per dimostrare l'importanza di questo fatto citeremo a modo di esempio il color di rosa e il cremesi, i quali allorchè sono posti in opera dal pittore appariscono simili ad un violetto sporco, poi mano a mano che risentono l'azione del fuoco variano gradatamente passando dal viola al rosso cupo e dal rosso cupo alla tinta che è loro propria; ma se mai il fornajo lascia per inavvertenza che la temperatura ecceda il grado voluto, la bellezza delicata e brillante del colore è perduta senza riparo diventando invece un porpora scuro; d'altra parte poi se il fuoco non è abbastanza forte la tinta si presenta sbiadita e screziata, al che però si riesce a rimediare sommettendola di bel nuovo all'azione del fornello. Sono pure rilevantissimi i pericoli di rottura cui si trovano esposti gli oggetti mentre stanno nel forno qualora se ne aumenti o diminuisca il fuoco con troppa precipitazione. Tante vicissitudini e tanti inconvenienti rendono la pittura sullo smalto assai difficile ed invero scoraggiante, ma però non si può negare che questi prodotti, quando riescono a dovere, sono di un tal pregio che viene da tutti compreso e altamente ammirato.

Nella smaltatura la prima operazione che si eseguisce è quella del fondo, la quale è semplicissima ed esige soltanto una grande leggerezza di mano. Innanzi tutto si distende con un pennello uno strato d'olio cotto sull'oggetto e si cerca di far questo in modo ch'ei sia diffuso perfettamente uniforme sulla superficie, stantecchè se l'unzione si trovasse maggiore su qualche punto, ivi aderirebbe una più grande proporzione di colore il che produrrebbe un'alterazione di tinta; in caso poi che si voglia preservare un fregio bianco sul fondo, allora si ricorre ad un'altra operazione, che chiamasi *la pittura a patron*. Il *patron* (miscuglio di creta rossa, zuccaro e acqua) è disteso con un pennello sul luogo che si vuol preservare dall'olio, poi si fa il fondo, si pone tutto al forno per indurire l'olio ed il colore, indi si immerge l'oggetto nell'acqua, che penetra nel *patron* ammollendone lo zuccaro che allora si leva via facilmente portando seco quella porzione di colore e d'olio che vi si trova sopra, e lasciando così l'oggetto perfettamente pulito.

Generalmente, gli artefici incaricati a colorire i fondi lavorano,

ed invero dovrebbero farlo sempre, con una benda dinanzi alla bocca, onde evitare di aspirare la polvere dei colori, di cui la maggior parte è all' estremo venefica.

Le dorature poi si eseguiscono nel modo seguente. L'oro, che dopo esser stato preparato a mezzo del mercurio e di un *fondant* ha l' aspetto di una polvere nera, viene adoperato colla trementina e con olii simili a quello dei colori dello smalto, valendosi pure secondo il solito del pennello. L' oro si distende con molta facilità formando larghe fascie e fondi massicci, ovvero prestandosi alle più squisite e delicate linee di un complicatissimo disegno.

Affine di non essere sempre costretti a disegnare il *patron* sovra ogni pezzo di un servizio, il che riescirebbe assai difficile e costoso massime allorquando ei sia molto complicato, si adopera una pomice e si spolverizza il disegno col carbone, il qual metodo vale inoltre a serbare l' uniformità di modello e di dimensioni.

Le donne sono escluse da questo genere di lavoro, quantunque pare fosse loro adattissimo attesa la sua semplicità e la leggerezza di mano che richiede. Il fuoco rende all' oro il suo vero colore, che, pallido e fosco dapprincipio, diviene in ultimo, dietro l'azione della brunitura, lucido e brillante.

XIX.

Gli abbellimenti dei vasellami d' inferiore qualità, come sarebbe a dire per esempio quelli che servono per uso di tavola in cui per solito non si vede che un solo colore, si eseguiscono in un modo simile a quello della stampa dell' intaglio in rame; due sono i metodi posti in opera a tale effetto, l' uno dei quali dicesi *press printing*, e l' altro *bat printing*. Nel primo il disegno è formato sull'articolo prima di ricevere la vernice, mentre nel secondo il disegno viene per lo contrario delineato sulla vernice stessa ed ivi assodato mediante lo smalto.

In ambedue i casi il disegno si eseguisce prima sovra una lastra di rame. Nel *press-printing* ei deve essere inciso profondamente affine di raccogliere il colore in dose abbastanza sufficiente per essere esattamente trasportato sugli articoli. Il laboratorio dello stampatore è provvisto di una stufa che ha una piastra di ferro immediatamente al di sopra del focolajo per riscaldare il colore nel mentre che lo si adopera, poi di un cilindro, di un torchio e di alcune doglie o tini. Lo stampatore ha per ausiliarie due donne (*transferrers, trasportatrici*) e una fanciulla (*cutter, tagliatrice*). La lastra di rame viene caricata

di colore misto ad olio cotto nel frattanto che è tenuta sulla piastra calda del fornello affinchè il colore si mantenga fluido, e poi che la parte incisa ne è riempita a dovere se ne leva il superfluo dalla superficie raschiandola con un coltello, è nettandola inoltre con una pelle di cuojo. È necessario che l'olio sia densissimo onde impedire che i colori del disegno non escano in massa o non si confondano durante la operazione del trasporto. Un foglio di carta di convenevole dimensione e di una particolare sottigliezza, che chiamasi appunto *carta da vasellàme,* dopo esser stato saturato di una leggera soluzione d'acqua e sapone si colloca sulla lastra di rame, si pongonó ambedue sotto il torchio, indi la carta viene levata via con molta cura; in seguito di che l'incisione è posta sulla stufa, coi colori e il disegno di cui la piastra era coperta, poi si stende la carta sugli oggetti e la si comprime sopra di essi fregandola con una pezza di flanella. Durante questo tempo, il disegno colorito sulla carta è in parte assorbito dalla superficie non verniciata degli oggetti stessi e in parte no; poi questi vengono immersi nell'acqua che ammollisce la carta, la quale si leva con una spugna, lasciando impressi il disegno e i colori sulla superficie. L'olio contenuto nella materia colorante è disciolto mediante il calore di un forno, detto il forno da indurire, dopo di che il disegno viene rivestito di materia colorante perfettamente asciutta e così gli oggetti sono verniciati. Allorquando il disegno è coperto di vernice cruda egli è affatto invisibile, perchè in tale stato la vernice è opaca, ma dopo esser stata vetrificata nel forno il disegno diviene trasparente al disotto di lei.

Nel *bat printing* la stampa non si fa sotto la vernice, come nel caso precedente, ma di sopra; l'incisione è fina estremamente e non più profonda di quelle consuete dei libri. La lastra di rame prima di tutto si unge con olio di seme di lino, poi la si netta colla mano, lasciandone imbevuta soltanto la parte incisa, indi vi si sovrappone una preparazione di colla forte, grossa un quarto di pollice, e intagliata secondo i contorni del disegno, e poichè la vi è stata applicata un istante, la si distacca immediatamente, ed ella porta seco dalla superficie tutto l'olio che si trova nell'incisione; allora si comprime la colla forte sugli articoli colla parte oleosa che tocca la vernice, poscia la si cava via, e il disegno vi resta appena visibile. Dopo ciò vi si distende di sopra con un panicello di lana il colore, il quale si rende aderente all'olio in guisa che l'incisione è di già messa alla portata di essere sottoposta all'azione dei fornelli da smalto. . . .

XX.

Tutti i prodotti d'ogni grande officina portano impresso, o nel disotto o in qualche altra parte non molto in vista, un marchio particolare e distintivo, che accenna il luogo ove furono fabbricati; e a noi pare non esser affatto fuor di proposito l'indicarne qui alcuni dei principali.

La porcellana di Dresda escita dalla regia manifattura di Meissen ha per marchio due spade incrociate come le presenti:

La porcellana inglese della celebre manifattura di Chelsea è marcata con un'ancora a due branche in questa maniera:

La porcellana di Derby porta la cifra:

Il *vecchio Sèvres* fabbricato dopo il 19 agosto 1753 sino all' abolizione della monarchia nel 1793 è marcato colla cifra:

Durante la repubblica, vale a dire dal 1793 al 1800, il marchio della porcellana di Sèvres consisteva semplicemente nelle due singole iniziali: *R. F.* (Republica Francese).

Dal 1800 al 1804, gli articoli furono marcati così:

> *M. N.*[le] (Manifattura Nazionale)
> Sèvres

Sotto l'impero, ossia dal 1800 al 1814, la porcellana portò impresse le parole: *Manufacture Impériale, Sèvres.*

Dalla restaurazione alla rivoluzione del 1830, gli articoli presentarono la cifra reale, ossia due *L* ovvero due *C* (Luigi o Carlo.)

Dal 1830 al 1834 si adottò per marchio il simbolo dell'eguaglianza, vale a dire *un duplice triangolo equilatero;* ma dal 1834 al 24 febbrajo 1848 ogni articolo fu rivestito della cifra di Luigi-Filippo.

Tutte queste indicazioni daranno agio all'amatore dell'arte di determinare l'epoca precisa in cui ebbe luogo la fabbricazione dei diversi oggetti che gli sarà dato aver sott'occhio.

XXI.

Ciò che maggiormente colpisce in questo ramo d'industria si è il gran numero e la grande varietà degli usi, a cui l'abilità del fabbricatore seppe far servire i suoi prodotti; e non v'è al certo nessuna persona, dotata di buon senso, che non abbia constatato la realtà di questo fatto nella grande Esposizione del 1851.

Per esempio, fra i molti saggi che vi si vedevano esposti, si distinguevano in principal modo cappe da camino in porcellana statuaria; e i vantaggi risultanti da siffatta applicazione di tal genere di manifattura sono numerosissimi, prima di tutto perchè la porcellana statuaria dura più lungo tempo del marmo, poi perchè ella è infinitamente meno soggetta di questo a cambiar di colore e a macchiarsi. Fra gli altri oggetti che se ne fabbricano, meritano particolare osservazione, oltre le caminiere, anche le larghe lastre per mensole, per tavole, le imposte per usci e per finestre, le tegole per intavolato, e vasi da giardino.

Le tegole encaustiche per intavolato ornamentale meritano una speciale menzione, stantechè acquistarono di recente una considerevole importanza avendo dato origine ad una estesissima esportazione per gli Stati-Uniti, per le colonie ed anche in parecchi luoghi d'Europa. Il palazzo del Sultano in Costantinopoli è lastricato con queste tegole; così come lo è la Camera dei Lords, Osborne-House, e Saint-George's-Hall, a Liverpool. Siffatto genere di lastrico viene generalmente adottato tanto per le chiese e pei conservatorj, quanto per le abitazioni private; duraturo più del marmo, meno suscettivo a sporcarsi, ei si presta inoltre a ricevere quel qualunque disegno che più piace all'acquirente.

Come saggio di meraviglioso lavoro in porcellana a grandi dimensioni, va posta innanzi tutto la *Galatea*, alta non meno di 7 piedi, e che è la più grandiosa e perfetta opera di simil genere fabbricata in un solo pezzo.

Fra le applicazioni ornamentali e puramente artistiche non devesi ommettere di notare le esatte copie di pitture eseguite in ismalto su lastre di porcellana, le quali bellissime produzioni dell'arte ceramica escono, quasi esclusivamente, dalle officine nazionali di Francia e di Sassonia.

I ritratti della regina d'Inghilterra e del principe Alberto, suo sposo, che si vedevano nella grand'ala del Palazzo di cristallo, sono bellissimi saggi delle più grandi pitture eseguite in porcellana

nella manifattura di Sèvres. Tali ritratti, a mezza grandezza e lavorati sopra una sola lastra di porcellana, sono copie di quelli notissimi di Winterhalter, e furono fatti e presentati a sua Maestà britannica per ordine di Luigi Filippo. Cominciati avanti la rivoluzione del 1848, non giunsero ad esser terminati altro che dopo quel grande avvenimento, ma Luigi Filippo li reclamò come oggetti di sua privata proprietà, e il governo della repubblica glieli rese. Il ritratto del principe Alberto per un sinistro caso si spezzò e Luigi Filippo voleva fargliene eseguire un altro, ma la regina vi si oppose, preferendo di spedire per conto suo proprio il quadro a Sèvres, onde venisse riparato, come avvenne di fatto, dopo di che fu di bel nuovo inviato in Inghilterra. L'autore del ritratto della regina è M[r] A. Bezanget.

Nelle collezioni di pitture e di vasi spediti alla Esposizione universale di Londra dalla officina nazionale di Sèvres, debbonsi annoverare in prima linea i seguenti:

La Vergine (detta *la Vièrge au Voile*) di Mad. Ducltizeau, copiata dal celebre dipinto di Rafaello, esistente al Louvre. La porcellana, che ha la stessa grandezza dell'originale, misura 26 pollici sopra 19. Questo lavoro eseguito durante gli anni 1847-1848, ha il valore di 1000 lire sterline (25000 fran.) Un'altra copia del Tintoretto, della medesima Mad. Ducluzeau, fatta sovra una lastra di porcellana, alta 45 pollici, vale 880 lire sterline, (22000 franchi). Una Flora in lastra di porcellana, alta 40 pollici, eseguita da M[r] Jacober; prezzo 800 lire sterline. Un ritratto del presidente Richardeau, di M[r] Béranger, 440 lire sterline (11000 fr.). Un ritratto di Van-Dyck, di Mad. Ducluzeau, 280 lire sterline. Un quadro in porcellana, di 8 pollici di altezza, riduzione della *Madonna* di Rafaello, fatto da M[r] Constantin, 100 lire sterline.

Fig. 43. *Laboratojo della cottura nelle officine da porcellana.*

Capitolo Quinto.

I. Processo del gettare. — II. Del tornire. — III. Del modellare. — IV. Del tornire e del modellare combinati insieme. — V. Della vernice. — VI. Cottura del biscotto. — VII. Forni. — VIII. Forni di Sèvres. — IX. Statistica dell' arte del Vasajo.

I.

I brevi cenni con cui esponemmo nelle precedenti pagine alcuni dei metodi posti in opera per fabbricare i bei prodotti di questo ramo d'industria, saranno facilmente compresi da tutti coloro che ebbero agio di visitare qualche grande manifattura di porcellana; ma siccome essi forse non basteranno per gli altri che non si trovarono in pari circostanza, così si ritiene ben fatto d'aggiungere qui un'ulteriore e più estesa spiegazione, la quale varrà a porre sott'occhio qualche schizzo di esecuzione perfetta, rappresentante l'interno dei principali laboratorj di un'officina da porcellana. Tali schizzi, pre-

parati sotto la direzione del già defunto Mr. Brongniart, direttore della manifatura di Sèvres, furono eseguiti da Mr. Carlo Develey, artista dello stabilimento.

Le materie-prime adoperate nella fabbricazione degli articoli sono, come già si vide, il caolino o argilla da porcellana e la silice. Il primo di questi due ingredienti preparasi dagli stessi venditori d'argilla o nella Cornovaglia o in qualunque altro luogo ove si trova, poi la si spedisce alle officine dei vasaj già allestita per esser mischiata alla silice; ma non è così della seconda la quale si prepara invece dentro le medesime officine, nel seguente modo:

Prima di tutto si calcinano le pietre valendosi di un forno simile a quelli da calce, entro il quale le suddette vengono disposte in varii strati divisi alternativamente da altrettanti strati di carbone; dopo ventiquattro ore di cottura la silice diviene bianchissima, fragilissima e pronta ad essere triturata dal *bocard,* macchina composta di pezzi di legno verticali, lunghi 6 piedi, con circa otto pollici di diametro, armati inferiormente di mazze di ferro, i quali si alzano mediante una leva, ricadendo successivamente sulle pietre di silice, contenute in una gran cassa graticolata, di dove in seguito vengono tolte e trasportate nelle conche da macina, le quali hanno 12 o 14 piedi di diametro, 4 piedi di profondità e sono lastricate colla *chertstone.* Grandi massi parimenti di *chertstone,* messi in movimento da altrettanti bracci, attaccati ad un albero centrale e verticale mosso da una macchina, fanno l'officio di macina possente. Questa qualità di pietra (il *chertstone*) è preferita a qualunque altra a motivo della sua affinità chimica colla silice, la quale in grazia di siffatta circostanza non soffre veruu pregiudizio dal venire mischiata alle particelle spiccate dai succennati massi mediante l'azione del confricamento. Entro le dette conche la silice è macinata nell'acqua sino a tanto che acquista la molle consistenza di una crema, indi la si leva di lì per trasferirla nel luogo apposito pel lavacro, ove ella subisce una novella purificazione, accrescendo la quantità dell'acqua ed agitandola in giro con bastoni. Le particelle più fine sono così tenute in sospensione nel frattanto che il rimanente liquido vien colato in un sottoposto serbatojo; dopo di ciò si raccoglie il sedimento e lo si macina di bel nuovo. Allorquando poi il fluido ha riempito il detto serbatojo sino alla metà, questo viene colmato d'acqua pura, che si rinnova incessantemente fino a che il sedimento sia giudicato abbastanza fino ed esattamente purificato da ogni materia estranea; e ridotto ch'ei sia in tal maniera, si comincia finalmente l'altra operazione di unirla all'argilla.

Tale mischianza si effettua mediante l'acqua, che vi si unisce in dose sufficiente per condensare le due materie in istato di crema e così convertirle in ciò che i vasaj chiamano *barbotine*. A questo effetto le due *barbotine*, ossia quella della silice e quella dell'argilla, si portano, ognuna alla rispettiva sua volta, nel serbatojo destinato al loro mescolamento, il quale serbatojo ha nella sua parete interna delle *verges à jauger* (canne da stazare) che servono a regolare la debita proporzione di ogni sostanza. Il miscuglio si versa in seguito entro altri serbatoj facendolo passare a traverso di finissimi stacci, il di cui tessuto conta trecento fili di seta in ogni pollice quadrato della sua estensione. Cinquantasei centilitri di *barbotine* di argilla del Dorsetshire o del Devonshire pesano 24 once; di quella della Cornovaglia 26 once, e di silice 32 once. Finalmente la *barbotine* è posta entro grandi forni aperti, riscaldati al di sotto mediante dei tubi; dietro l'azione di questi ogni eccedente umidità evapora sicchè in circa ventiquattro ore di cottura, il miscuglio acquista una consistenza conveniente. Allora lo si taglia in grossi pezzi per farlo macinare. Il molino ha la forma di un cono cavo e rovesciato, con apertura o tubo quadrato nella parte inferiore; nel suo centro sorge un albero verticale munito di grandi cesoje, e allorquando egli sia in movimento (il che si effettua a mezzo del vapore) l'argilla vien spinta al basso ove è pestata, tagliata, frantumata sino a tanto che esce dall'apertura del fondo in uno stato perfettamente plastico (Ved. *Catalogue on the Great Exhibition*, pag. 718.)

La pasta così preparata potrebbe servire alla fabbricazione; ma si trova ch'ella è suscettiva di un considerevole miglioramento se la si lascia deposta per un intervallo più o meno lungo, come sarebbe a cagion d'esempio due o più anni, dentro umide cantine, ove subisce una specie di putrefazione; divenendo nera ed esalando un odore all'estremo nocivo, vale a dire quello del gas idrogeno solforato; il qual risultato si spiega facilmente. La pasta contiene sempre in sè una qualche quantità di materia organica, di cui non potè sbarazzarsi durante la subita preparazione. Sotto l'influenza dell'umidità dell'aria tale materia è suscettibile di una spontanea combustione, stantechè essendo rimaste nella pasta alcune traccie di solfato, queste si trasformano in solfuro e ne risulta uno sviluppo d'idrogeno solforato.

È evidentissima la utilità di tutte le operazioni poste in atto affine di separare dalla pasta ogni ben che minima particella di materia organica, imperocchè l'intrusione in essa di un semplice ca-

pello basterebbe per ruinare completamente un oggetto di porcellana di squisita bellezza e di gran valore; e ciò a motivo che la materia organica viene decomposta dal calore dei fornelli onde ne risulta un gas che produce sugli oggetti delle bolle e fors'anche delle screpolature.

La pasta, allestita nel suddescritto modo, è ulteriormente manipolata dal vasajo, il quale dopo averla ripartita a tale effetto in tante palle di un dato volume, la batte con forza e a più riprese sulla sua tavola da lavoro, scacciando in siffatta guisa sin l'ultima bolla d'aria che potrebbe rimanervi tuttavia.

La trasformazione poi della pasta in oggetto fabbricato si eseguisce o col *gettare*, e *tornire* sulla ruota, ovvero col modellare, nel qual ultimo caso si opera mediante la *pressione* e la *colatura*.

In uno degli antecedenti capitoli esponemmo in poche parole la maniera con cui si suole conformare l'oggetto sulla ruota del vasajo, e per meglio comprendere tale operazione tornerà utile l'osservare il disegno di Mr. Develey, rappresentante il lavoratojo del modellatore e del torniero, e che si trova in fronte al capitolo III (figura 28).

Una palla di pasta, di grossezza proporzionata all'oggetto che si vuole eseguire, è data al torniero A, il quale la colloca sul centro del disco circolare di gesso, che vedesi in cima alla sua ruota e che gira attorno insieme con lei; a mano a mano che questa gira, il globo di pasta prende successivamente, sotto l'azione delle dita e delle palme dell'operajo, un certo numero di varie forme sino a tanto che perviene ad assumer quella desiderata.

Si acquisterà un'idea approssimativa di questa operazione antichissima, e specialmente caratteristica dell'arte del vasajo, gettando uno sguardo sulle figure numerate dal 29 al 34 del disegno posto nella susseguente pagina.

Supponiamo che la forma da darsi al vaso sia quella della fig. 29 e allora bisognerà che lo si fabbrichi nei due pezzi separati D ed E, i quali dopo esser stati conformati sulla ruota verranno congiunti l'uno all'altro coll'usato cemento del vasajo, che è precisamente quello chiamato col nome di *barbotine*.

Il globo di pasta B (fig. 30) bastante per fare la parte inferiore D (fig. 29) essendo messo sulla ruota e ricevendo un movimento di rotazione, vien conformato dalle mani del vasajo, onde acquista a poco a poco le forme C (fig. 31) e D (fig. 32); la forma della parte interna è indicata dalla linea punteggiata. Le traccie delle dita veggonsi accennate nelle linee spirali *d s*; e il disco circolare della sommità della ruota è rappresentato in *g*.

Il globo di pasta A (fig. 33) dopo una consimile manipolazione prende la forma E (fig. 34); indi le parti D ed E essendo infine unite insieme, vengono ripulite attorno attorno della pasta superflua in maniera da dare alla loro esterna superficie la definitiva conformazione voluta.

Fig. 29. Fig. 30. Fig. 31.

Fig. 32. Fig. 33. Fig. 34.

Facendo attenzione alla positura delle braccia del torniero rappresentato con tanta esattezza nella fig. 28 si rileverà com'ella sia identica a quella dell'antico disegno egiziano, fig. 5.

II.

Allorquando l'oggetto ha acquistata una consistenza sufficiente mediante il prosciugamento operato dall'azione dell'aria, lo si

trasmette al *torniero* A, che vedesi disegnato nella fig. 28, occupato a lavorare con una ruota simile affatto a quella solita dei vasaj. Quest'operajo valendosi di uno strumento tagliente rende più esatta la forma dell'articolo cui ripulisce d'ogni ineguaglianza e rugosità con una operazione pari a quella del torno; dalla quale differenzia soltanto in quanto che l'asse del tornio è verticale e il moto circolare imposto all'oggetto è orizzontale. Le raschiature che se ne distaccano sono di bel nuovo mischiate a della pasta fresca, a cui esse comunicano particolari qualità.

Vedonsi nella fig. 28, di fronte al capitolo III, diversi utensili ed accessorii, vale a dire compassi di capacità, calibri, *c*, adoperati nelle officine per misurare il diametro e i differenti punti dell'oggetto, il modello da eseguirsi *d*, ecc.

III.

La figura 35 posta in testa al Capitolo IV offre la veduta del lavoratojo del modellatore.

Il lavoro del modellatore consta di due operazioni, e cioè: 1.° di dare all'oggetto la forma voluta; 2.° di adattare e congiungere all'oggetto principale i suoi differenti accessorii, i quali di solito sono formati a parte.

L'operajo A tiene sulla tavola di marmo, che gli sta davanti, una massa di pasta ch'egli schiaccia con uno spianatojo; le due opposte estremità di detto spianatojo posano sovra un panconcello che gli impedisce di comprimere la pasta al di là di una data misura, procurandogli in pari tempo una perfetta uguaglianza di movimento, dalla qual cosa non solo risulta che la pasta riesce di una grossezza uniforme, ma ella acquista inoltre una superficie esattamente uguale.

Fra la massa di pasta e la sottoposta tavola di marmo è disteso un pezzo di tela sicchè l'operajo può sollevare a piacimento la pasta senza scomporla.

L'operajo B dopo aver ricevuto dall'operajo A la pasta distesa sul pezzo di tela *b*, la colloca sullo stampo, il quale, come ben si vede qui disegnato, produrrà la superficie interna o concava di un vaso o di una coppa a forma scannelata. Allorquando lo stampo trovasi completamente ricoperto di pasta, l'operajo C comprime quest'ultima con una sponga affine di farla aderire in un preciso contatto con ogni minima cavità del suddetto. Onde facilitare tale operazione, lo stampo vien situato sulla tavola circolare *p*, sostenuta dalla colonnetta verticale *f*, che lo fa girare intorno a piacimento, onde consegue che

ogni lato dell'oggetto viene in tal guisa sottomesso alternativamente alla mano dell'artefice.

I piatti, le tazze, le sottocoppe, insomma tutti gli articoli di *forma piatta*, sono modellati nella superficie interna o concava a mezzo di stampi, mentre la loro superficie esterna o convessa vien formata con profilatoj, fatti per solito con argilla infusibile e verniciata; quando poi il modellatore ha dato, mediante il profilatojo, la debita forma, si depone l'oggetto, unito tuttavia allo stampo, nella stanza riscaldata ov'ei resta sino a tanto che sia divenuto bastantemente asciutto; indi viene ancora riportato al tornitore C che vi passa sopra di bel nuovo il profilatojo, affine di correggerne qualsiasi difetto che la restrizione possa aver prodotto nella forma.

L'operajo G è tutto intento a lavorare intorno ad un manico, togliendone con un utensile ogni particella superflua o inutile, e ripulendone le cavità; l'altro manico si vede già unito al vaso. Vicino a lui trovansi parecchi manichi già allestiti per esser congiunti ai differenti oggetti, e in terra presso alla tavola giaciono varii stampi di gesso.

La superficio convessa dell'oggetto da modellare si eseguisce nella stessa maniera, vale a dire si applica sulla pasta una forma concava. Alcune di dette forme veggonsi sparse sul pavimento.

Abbiamo già parlato della *fusione* nel paragrafo relativo alla porcellana statuaria.

IV.

Alcune volte si abbreviano le operazioni del *gettare* e del *modellare* col combinarle insieme; e la figura 36 offre l'apparecchio adoperato per tale combinazione.

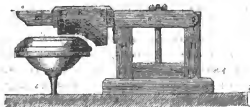



Fig. 36

Tale apparecchio si compone di un porta-calibro K, e di una barra di rame RR', che gira da un lato sovra un perno, ed è sostenuta

da un quadrato di legno HH' solidamente infisso alla tavola della ruota. Questo s'innalza e si abbassa girandolo sul perno t, e quando è abbassato vien sopportato dal sostegno H' in t'; il porta-calibro gli scorre sopra con un movimento reso regolare da una scanalatura, a cui il calibro o profilatojo c è unito con delle viti. Il calibro poi corrisponde alla forma dell'oggetto che si vuol fare.

Lo stampo che dà la forma a uno dei lati dell'articolo (supponiamo per esempio che si tratti della superficie concava o superiore di un piatto) si attacca al disco della ruota del vasajo, poi si distende al di sotto una massa di pasta grande in modo confacente all'oggetto, e la si comprime con una sponga bagnata, affine di farla aderire esattamente ad ogni punto dello stampo, dopo di che si abbassa a grado a grado fin sopra di lei il calibro o profilatojo, indi si mette in movimento la ruota, e la parte convessa, ossia il fondo del piatto, riceve la sua forma, in quello stesso modo con cui un oggetto posto nella caviglia di un tornio riceve la sua da uno strumento tagliente guidato da un appoggio fisso.

Mercè siffatta operazione, l'articolo acquista una grossezza ed un diametro perfettamente uniformi; e i suoi orli sono dappoi arrotondati sulla ruota nella usuale maniera.

V.

L'oggetto già fabbricato nel suddescritto modo, e che si è quindi indurito sino a un certo grado, o col prosciugamento dell'aria, o coll'essere esposto a un'alta temperatura artificiale, trovasi allora in quello stato detto dai vasaj *stato verde*. L'oggetto è affatto asciutto ma egli è ancora pieno di pori sì che s'imbeverebbe facilmente di qualsiasi liquido che gli fosse messo a contatto interiormente o esteriormente, ove non si ovviasse a ciò col sovrapporgli la vernice; la qual cosa si eseguisce nella maniera precedentemente descritta.

Le vernici solitamente adoperate per la porcellana e per la majolica, si compongono delle seguenti materie: pietra di Cornovaglia, ossia quarzo e feldspatò, silice, bianco di cerussa, vetro, bianco di Spagna, ecc. i quali ingredienti si mescolano insieme in convenienti proporzioni e se ne forma un liquido della consistenza del latte. Questa preparazione si effettua entro vasti fabbricati, chiamati *dipping-houses*, pieni di tini per le vernici e forniti di molti panchi ove si posano gli articoli già inverniciati, e dove vengono disseccati mediante una vasta stufa di ferro, i di cui tubi, estendendosi in varie direzioni propagano il calore in tutto l'edifizio. Ogni operajo ha a sua dispo-

sizione un tino di vernice entro cui immerge il biscotto; la sola pratica e l'esperienza procurano alla mano tutta quella destrezza che ci vuole per rendere perfettamente esatta tale operazione. L'oggetto stringesi dalle dita in guisa da coprirne il meno possibile di superficie, poi lo si sommerge nella vernice, la quale con un'abile scrollata di mano viene diffusa con mirabile uguaglianza su tutta la superficie del pezzo, che attesa la sua porosità sopraccennata, s'imbeve del liquido e lo ritiene in sè. Fatto questo, un fanciullo trasporta l'articolo così bagnato all'asciugatojo. La vernice prima di esser stata esposta all'azione del fuoco è opaca, onde ne consegue che il disegno del biscotto resta completamente nascosto sotto la bagnatura della vernice ancor non cotta.

Un abile operajo può bagnare circa settecento dozzine di piatti per giorno. (Ved. *Catalogue of the Great Exhibition*, 725).

La figura 37 rappresenta l'interno di un *dipping-house*; gli operai A e B immergono dei tondi non verniciati entro la tinozza della vernice, la quale consiste, come già abbiam detto, in un liquido denso come una crema, ove la materia vetrificabile è mischiata e tenuta in sospensione. Quando ritirasi il piatto fuori della vernice si tiene sospeso sulla tinozza affinchè tutto il liquido non assorbito ricada in basso, come si vede fare dall'operajo B.

Fig. 37.

Le due donne C e D sono occupate a ripulire gli oggetti della vernice superflua e inutile; vale a dire, C leva via con uno strumento

da lana la vernice, ov'è troppo densa e dove resta attaccata alla superficie in gocce rotonde chiamate *lagrime*; mentre l'altra donna, D, leva con un pennello o con un pezzo di pelle la vernice dall'anello circolare che si trova in fondo al piatto, che è per l'appunto la parte su cui posa l'oggetto allorchè sta nel forno.

Ove non si avesse tal precauzione, la vernice che resterebbe sull'anello circolare, vetrificandosi dietro l'azione del fuoco, farebbe aderire l'oggetto alla superficie del forno stesso.

Poichè gli articoli sono stati così preparati, si fanno cuocere ad una temperatura che vetrifica la vernice, la quale però deve essere esposta ad un grado di calore assai più basso di quello che potrebbe rammollire la pasta, onde evitare l'inconveniente di ritirarla dal forno deformata.

In questa figura 37 veggonsi disegnati alcuni varii utensili che s'impiegano nella operazione dell'inverniciare; e cioè l'arnese *g* è una graticola di legno sulla quale si lascia sgocciolare il pezzo dopo averlo immerso nella vernice; *t* è uno staccio che si adopera per purificare la vernice da qualsiasi particella atta ad alterarla; *p* è una spatola di cui si fa uso ogni tanto per agitare la vernice affine d'impedire alla sostanza polverosa che vi sta sospesa di deporsi, mantenendola invece nel suo stato di consistenza uniforme; la bottiglia *b* contiene dell'aceto da unirsi in certe date proporzioni alla vernice; la piccola tazza *c*, ripiena di vernice, sta collocata presso la donna D, che bagnandovi di tratto in tratto il pennello ritocca l'articolo nei diversi punti ove la vernice o è troppo sottile, o manca affatto.

VI.

Allorchè gli oggetti sono allestiti per la cottura, si trasportano su delle assa, siccome si mostrò nella figura 43, (pag. 436) nella *camera verde*, così chiamata perchè vi si recano gli articoli in istato ancor *verde* ossia non cotto. Là si seccano gradatamente per renderli atti ad esser messi poi nei forni, e quando lo sono si portano nella stanza dalle cassette, (che trovasi in relazione immediata col forno in cui debbono venir cotti) ed ivi sono posti nelle accennate cassette, le quali sono scatole riscaldate prima, e fatte con una specie particolare di argilla (una marna) infusibili al calore necessario per la cottura della porcellana, e costruite in una forma adatta ai varii oggetti che debbono contenere. Vi si sparge entro un po' di silice asciutta e in polvere onde impedire l'aderenza. Lo scopo di tali

cassette si è quello di preservare gli articoli dalle fiamme e dal fumo, come pure per allontanarne maggiormente i casi di rottura. Una sola di queste scatole può ricevere in sè almeno venti piatti di majolica, disposti l'uno sull'altro; ma in quanto concerne la porcellana essa viene cotta a parte entro cassette appropriate alla loro forma; e tali cassette pei vasellami di porcellana sono fatte della stessa qualità di argilla o marna usata per quelle della majolica, ma vengono conformate in guisa da contenere una tazza sola o un solo piatto, e sono collocate nei forni, sovrapposte in pile.

Fig. 38.

Nella qui unita figura 38 vedesi disegnata una pila di scatole piene di tondi. In questo caso ogni scatola si compone di due parti, una delle quali, *tt*, cilindrica, e l'altra, *ii*, avente una forma corrispondente a quella del piatto. Tali cassette sono poste in modo da formare una pila verticale.

Da quanto sinora si disse apparirà chiaramente come la grandezza, la forma e la struttura interna delle scatole debba essere identica a quella degli articoli che hanno da contenere.

La disposizione delle pile di cassette, entro i forni, vedesi rappresentata nella fig. 39, ove trovasi disegnata una sezione di parec-

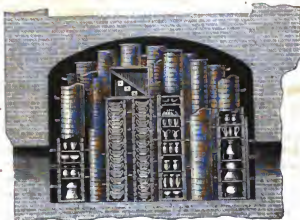



Fig. 39

chie pile non che la maniera con cui vi si dispongono dentro gli articoli.

Per far cuocere la porcellana adorna di numerosi abbellimenti, occorrono precauzioni assai maggiori e un altro genere di apparecchio stantechè è indispensabile il porre in opera scatole e fornelli affatto speciali, e di cui offriamo uno schizzo nella fig. 40.

Il forno è di argilla infusibile, ed il grado del fuoco vi è regolato colla più esatta accuratezza. A quando a quando se ne ritirano dall'apertura V alcuni pezzi di *saggio* o di *mostra* che servono di norma per determinare gli effetti del calore sulle differenti tinte applicate sugli oggetti.

Fig. 40.

VII.

Le capanne, entro cui si costruiscono i forni, imprimono un tipo tutto proprio e affatto caratteristico alle città, che posseggono molte fabbriche di simil genere d'industria. Siffatte capanne attraggono l'attenzione ed eccitano la sorpresa del forestiero per la loro meravigliosa rassomiglianza colle arnie delle api. e sono in realtà costruite come arnie, ma ben inteso che elleno appariscono arnie gigantesche. Fatte di pietra, il loro diametro è di circa 40 piedi, e la loro altezza non è inferiore ai 35 piedi; ed hanno alla sommità un'apertura per dar libero sfogo al fumo. I fornelli presentano una forma eguale, hanno 22 piedi di diametro, 18 o 20 di altezza e vengono riscaldati mediante nove o dieci focolaj, costruiti esteriormente all'intorno. Molti tubi corrispondenti con detti focolaj si estendono al di sotto del forno, verso un'apertura centrale, che conduce la fiamma nel punto ove ella penetra nel forno; mentre altri tubi, chiamati *sacs*, passano all'alto delle pareti interne, trasportando così la fiamma nella parte superiore.

I fornaj entrano per un'apertura laterale portandovi le cassette con entro gli articoli, disposti come già si disse; le scatole o cassette vi sono collocate in pile dal basso sino alla cima del forno, e si ha cura di metterle in modo ch'esse possano ricevere il calore (il quale varia a seconda delle diverse parti del forno) nel grado più confacente pei differenti articoli ivi contenuti. Quando poi il forno è ben pieno, l'apertura vien chiusa ermeticamente con mattoni.

La cottura del biscotto di majolica dura per sessant'ore, e quella del biscotto di porcellana soltanto quarantotto.

La quantità del carbone impiegato in un forno da biscottare è di sedici in venti tonellate e pei forni da vernice se ne consumano invece da quattro tonellate e mezzo a sei.

Gli articoli si lasciano raffreddare durante due giorni, indi si levano fuori; essi si trovano allora nello stato distinto sotto il nome di *biscotto* ossia sono in pronto per essere inverniciati o per ricevere le stampe, o venir dipinti, la qual operazione si eseguisce, come già descrivemmo, prima di applicare la vernice sul detto biscotto.

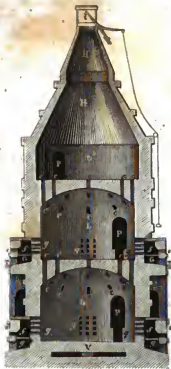



Fig. 41. Fig. 42.

VIII.

Le figure 41 e 42 rappresentano un forno da porcellana a tre piani, della manifatura di Sèvres; nell' una vedesi l'aspetto esterno

del forno, nell'altra invece si offre una sezione verticale, regolata da un piano che attraversa il suo centro. Ogni piano inferiore, L e L', è riscaldato da quattro fornelli, che diffondono la fiamma e il calore nel forno mediante i tubi *g*. Questi fornelli sono muniti di sportelli di ferro che si aprono e si chiudono a volontà.

Allorquando i differenti piani del forno sono già pieni degli articoli da cuocere, si dirige il fuoco in guisa atta a far salire insensibilmente la temperatura. Il calore, dapprincipio moderato, aumentasi così del continuo per un lasso di tempo che varia dalle sedici alle venti ore; poi quando il forno è convenientemente riscaldato si comincia ad attivare un gran fuoco, riempiendo tutti i fornelli in combustibile. Lo stesso forno, cilindrico al basso e che termina alla cima in un tetto conico con un'apertura governata da una piastra o registro *t*, compie l'uffizio di camminetto; onde ne consegue che le correnti di fiamma e d'aria calda possono circolare all'intorno dei pezzi ivi contenuti, ed elevandosi sino al tetto conico, H H, sfuggono dall'apertura *t*. La corrente passa da un piano all'altro per mezzo degli orifizii *c*, *c*, *c*, praticati a tal effetto.

Il gran fuoco che completa la cottura è mantenuto per dieci o dodici ore.

Il forno è costruito con pietre infusibili, unite fra loro mediante armature di ferro, come vedesi nella fig. 42. In ogni piano vi è una porta, P, della quale si fa uso per empiere e vuotare il forno e che durante la cottura è perfettamente chiusa con pietre. In questo muro provvisorio si lasciano dei piccoli pertugi, *m*, *m*, di dove il fornajo leva di tratto in tratto dei pezzi da prova; i quali pezzi sono di una qualità di argilla, che per l'effetto prodotto sovra di essi dall'azione del fuoco, indicano i gradati progressi della cottura. Quando tali pezzi da saggio mostrano che il fuoco è durato abbastanza, si chiudono le porte dei fornelli e il registro *t*; poi si lascia raffreddar tutto, perchè altrimenti se gli oggetti fossero levati fuori, mentre il loro calore è tuttavia molto al di sopra di quello dell'atmosfera, un sì forte cambiamento di temperatura li farebbe rompere.

Alcuna volta i vasaj corrono siffatto rischio, ritirando le cassette col loro contenuto in istato ancor caldo, onde approfittare del calore del forno per introdurvi una nuova serie di scatole; ma tale azzardo vien da essi tentato solo allora che gli articoli siano di poco valore, mentre non vi è certo nessun vasajo tanto imprudente che ardisca esporre a sì probabile pericolo le porcellane di preziosa qualità.

Gli articoli hanno ricevuto il nome di *biscotto* a motivo della loro rassomiglianza col pane dei marinaj. La loro permeabilità si rende

attissima a rinfrescare i liquidi. L'immersione nell'acqua produce sulla superficie del biscotto una lenta evaporazione e per conseguenza un assorbimento di calore che si prolunga sino a tanto che non sia ristabilito un equilibrio di temperatura.

IX.

In Inghilterra i vasellami non sono soggetti a veruna imposta, e per conseguenza non si hanno documenti officiali che valgano a determinare con precisione la vera estensione di questo ramo di commercio; ciononpertanto si calcola quasi di sicuro che nelle sole *Poteries* il valore delle terraglie fabbricate annualmente si elevi a circa 1,700,000 lire sterline e che quello dei prodotti delle officine di Worcester, di Derby e di altri luoghi del territorio inglese possa sorgere presso a poco a 750,000 lire sterline, ciò che dà per ogni anno la cifra totale di 2,450,000 lire (61,250,000 franchi).

Il valore dell'oro impiegato annualmente alle *Poteries* per la decorazione della porcellana ascende a 36,400 lire; le altre fabbriche unite ne consumono circa la metà; onde il valore dell'oro impiegato in ogni anno si può valutarlo di 54,600 lire sterline (1,365,000 franchi).

La quantità di carbone consumato anno per anno nelle *Poteries* è di 468,000 tonnellate, e le altre fabbriche ne pongono in opera presso a poco la metà, sì che ne consegue che il totale del carbone consumato nelle fabbriche si alza a circa 700,000 tonnellate equivalenti a 710,954,100 chilogrammi, cifra che corrisponde a quella del carbone consumato annualmente da tutte le ferrovie del Regno-Unito. (Lardner, *Railway Economy*, pag. 83.)

Dai rendiconti officiali, risulta che nel 1841 (nessun altro documento officiale fu pubblicato dopo tal'epoca), il valore dei vasellami esportati si elevava a 600,759 lire; mentre nel 1837 non oltrepassava le 563,238 lire: se adunque nei quattro anni precedenti il 1841 vi fu nell'esportazione un aumento di 37,521 lire (938,025 fr.) su 563,238 lire, ne verrà di conseguenza che in adesso la esportazione annuale deve presentare il valore di un milione di sterline, ossia di venticinque milioni di franchi.

Siccome poi il valore dichiarato non è, nella sua media, altro che il quarto del valore reale, così si può ritenere che l'annua esportazione dei vasellami dà una cifra di circa 1,300,000 lire (32 500.000 franchi.)

Il qui sottoposto quadro mostra in quali proporzioni si ripartisca nelle differenti contrade della terra questa enorme esportazione. Nella seconda colonna, si presenta la proporzione d'ogni valore di 100 lire sterline esportate e ricevute da ogni singolo paese accennato nella prima colonna; e nella terza colonna trovasi registrato il numero degli articoli sorpassanti i 10,000 ricevuti rispettivamente da ciascun paese.

PAESI.	Per 100 del valore totale.	Per 10,000 del numero degli articoli.
Stati-Uniti	37.58	3,560
Colonie inglesi dell'America del Nord	6,95	778
Brasile	6.36	1,010
Indie orientali inglesi	5.00	310
Indie occidentali inglesi	4.42	387
Stati allemanni	4.28	401
Olanda	4.11	397
Indie occidentali non inglesi	3.50	396
Colonie dell'Australia	2.69	216
Danimarca	2.31	257
Italia ed Isole italiane	2.25	145
Sumatra, Giava ed Isole indiane	1.39	168
Spagna ed Isole Baleari	1.08	145
Africa occidentale	0.85	73
Capo di Buona-Speranza	0.79	64
Isole della Manica	0.69	66
Turchia	0.67	85
Russia	0.65	43
Tutti gli altri paesi	14.43	1,533
Totale	100,00	10,000

Dal suesposto quadro vedesi distintamente come gli Stati-Uniti siano il paese ove l'Inghilterra spedisce la maggior parte de' suoi vasellami, stantechè essi occupano in valore il 37 $\frac{1}{2}$ per 100 ed in quantità il 35 $\frac{1}{2}$ per 100 della esportazione totale. Fra gli altri paesi, le colonie inglesi dell'America settentrionale, il Brasile e l'India, prendono il 18 per 100.

Nel 1841 la esportazione dei vasellami inglesi formava circa il 30 per 100 del loro valore totale. Noi non abbiamo nessun documento ulteriore a tal data, ma è però assai probabile che oggi la esportazione sia in un rapporto assai più grande col valore totale degli oggetti fabbricati.

FANNY GHEDINI BORTOLOTTI.

NOTE.

Nota sul paragrafo III del Cap. II. — « I signori Ebelmen e Salvetat (così scriveva il dottore G. Dumont nell'*Ordine* il 4 dicembre 1850), hanno comunicato all' Accademia delle scienze una memoria sulle materie adoperate nella China per la fabbricazione e la decorazione della porcellana. La prima parte di detta memoria concerno lo materie impiegate nella fabbricazione delle paste e delle incrostature esterne.

« I caolini chinesi sono provenienti dalla decomposizione di roccie granitiche, e la loro chimica composizione è vicinissima a quella del caolino di Saint-Yrieix.

« I *petung-tse*, o feldspati, non sono già, come si potrebbe supporre, graniti di roccie o graniti gralitici, ma sono bensì vere silici. I signori Ebelmen e Salvetat analizzarono parecchi saggi provenienti da diverse località, tutti aventi caratteri mineralogici consimili e che presentano una medesima composizione chimica. Tali roccie pare si trovino in gran numero in differenti punti della provincia di Kiang-si. Vi si rinvengono pure dei veri porfidi quarziferi, i quali forniscono materie argillose che vengono poste in opera nella fabbricazione di certe specie di porcellana.

« Le materie designate sotto il nome di *hoachy* servono per dare alla pasta una maggiore resistenza all'azione del fuoco, e sono pure utilizzate per fare disegni bianchi sulla porcellana. »

Nota sui paragrafi XIII e XIV del Capitolo II. — Si avrà un' idea presso a poco completa delle enormi fatiche sostenute da Palissy, e sovratutto della meravigliosa energia ch'ei dovette porre in opera, leggendo il seguente brano della narrazione lasciataci da lui stesso circa la sua impresa:

« Sappi che venticinque anni fa mi fu mostrata una coppa di terraglia tornita e smaltata, di una bellezza tale che da quel momento mi misi a ruminare fra me e me; molto più perchè mi stavano sempre innanzi al pensiero alcuni discorsi fattimi da parecchi che mi deridevano allorquando io mi occupava nel dipingere immagini. Ora vedendo che nel paese ove abitavo si cominciava a disprezzarle, e che in pari tempo anche gli oggetti di vetro avevano poca richiesta, mi si presentò l'idea che se mi fosse stato possibile trovare l'invenzione di fare gli smalti, avrei potuto fabbricare vasellami ed altre cose di bella qualità attesochè Dio mi avea concesso d'intendermi qualche po' di

disegno; e da allora in poi, senza fare riflessione che non possedevo nessuna cognizione di terre argillose, mi posi a cercare di fare degli smalti come un uomo che vada a tentoni in mezzo alle tenebre.... Per consolarmi, tutti si burlavano di me, e persino coloro che avrebbero dovuto soccorrermi andavano gridando per la città che io metteva a fuoco la casa; e con tal mezzo mi facevano perdere il credito e inducevano gli altri a ritenermi pazzo. — Alcuni dicevano che cercavo di fare monete false, e questo mi cagionava tanto male che m'intisichivo, e mi faceva girare per le vie a testa bassa per la grande vergogna. Era oltreciò pieno di debiti, e per solito avevo sempre nello stesso tempo due fanciulli in mano alle nutrici cui non potevo mai pagare lo stipendio. Nessuno mi ajutava; ma anzi per lo contrario tutti mi schernivano dicendo: « È giusto che ei muoja di fame, poichè vuole abbandonare il suo mestiere. » Tali erano i discorsi che mi ferivano l'orecchio passando per le contrade; ciononostante però mi restava ancora qualche speranza che mi dava coraggio e mi sosteneva, perchè le ultime prove mi erano riescite un po' discrete, onde mi pareva di saperne abbastanza per potermi guadagnare il pane, quantunque ne fossi ancora ben lontano. — Dopo che mi fui riposato un po' di tempo, sempre però rammaricato dal non veder mai nessuno che sentisse pietà per me, io dissi a me stesso: « A che ti contristi, ora che ritrovasti ciò che cercavi? Lavora, e renderai svergonati i tuoi detrattori ». Ma d'altra parte il mio spirito mi diceva ancora: « Tu non hai mezzo per proseguire nei tuoi affari; come potrai nutrire la famiglia e procurarti le cose necessarie per passare i quattro o cinque mesi che ci vogliono prima che tu possa raccogliere il frutto delle tue fatiche? » Mentre mi trovavo in questa tristezza e agitazione d'animo, la speranza mi dette un po' di coraggio, e dopo aver considerato che mi sarebbe occorso un tempo troppo lungo per fare una fornata tutta di mia mano, pensai cho per abbreviare e guadagnare il tempo e per far conoscere più presto il segreto da me trovato del detto smalto bianco, era necessario che prendessi sotto di me un vasajo comune per fargli eseguire dei vasellami sotto i miei ordini; diffatti così feci; e mentre ei lavorava in dette cose io mi occupava intorno a qualche medaglia. Ma anche questa era una vera miseria, essendo costretto a nutrire quell'uomo in una taverna a credito, perchè non ne aveva verun mezzo in casa mia. Quando avemmo lavorato per lo spazio di sei mesi, e che finalmente bisognava cuocere la ròba fatta, mi convenne fabbricare un fornello e congedare il vasajo cui dovetti saldare del suo salario col cedergli le mie vesti, perchè non avevo denari. A motivo poi che non avevo materiali per erigere il forno, dovetti disfare quello che possedevo per la fabbrica dei vetri, affine di servirmi di quel materiale; ma siccome il detto forno era stato poco prima riscaldato per sei giorni e sei notti, la calcina e le pietre vi si erano talmente vetrificate che nel demolirlo n'ebbi le dita tagliate e scorticate in guisa che fui costretto a mangiare colle mani bendate. Quando il forno da vetri fu disfatto, bisognò che mi accingessi a fabbricar l'altro, la qual cosa mi costò molta pena e fatica, perchè ero costretto ad andarmi a provvedere acqua e calce senza trovare chi mi desse un minimo ajuto. Compinto final-

mente questo, posi subito a cuocere i miei lavori a prima cottura, poi m'ingegnai di trovare qualche prestitò onde comprare i materiali per fare smalti da ricoprire la detta bisogna; la quale d'altronde era assai bene riescita nella prima cottura.

« Ma quando li ebbi comprati mi accadde una disgrazia che quasi mi fece morire di crepacuore. Dopo essermi strascinato a triturare e calcinare le materie suddette, mi convenne macinarle da me solo in un mulino a braccia, che per solito veniva sempre messo in movimento da due forti uomini; ma il desiderio che io aveva di condurre a buon termine la mia intrapresa mi rendeva capace anche delle cose impossibili. Quando i colori furono macinati, ricoprii i miei vassoj e piatti di detto smalto, poi dopo averli tutti ben disposti entro il forno, cominciai a far fuoco, colla speranza di guadagnare da quella fornata almeno trecento o quattrocento lire, e continuai sempre ad alimentare il calore sino a tanto che mi sembrò avere qualche indizio che gli smalti fossero fusi e la fornata ben cotta. Lasciai dunque terminare il fuoco e all'indomani venni a cavar fuori i miei lavori, ma in quel momento la tristezza e l'affanno che mi colse fu tale che pensai smarrirne la ragione, poichè sebbene gli smalti e tutto il resto non fossero riesciti male, ciononostante erano occorsi due sinistri che avevano guasta affatto l'intera fornata. Ed ora ti racconterò quali essi fossero onde te ne guardi; e così in seguito a questi te ne dirò molti altri, affinchè le mie disgrazie ti ammaestrino, e i miei danni siano di tua utilità.

« La calce con che avevo fabbricato il mio forno era piena di sassi, i quali sentendo l'azione veemente del fuoco (giusto al momento in cui gli smalti cominciavano a liquefarsi) scoppiarono in pezzi slanciandosi in qua e in là con gran rumore, e siccome i detti frantumi saltavano contro gli oggetti ivi racchiusi ne conseguì che il loro smalto già liquefatto e ridotto in materia vischiosa li assorbì pienamente sicchè tutti i vasellami e le medaglie restarono ricoperti di pietruzze; inconveniente gravissimo e senza del quale essi sarebbero riesciti veramente belli. Quando mi accorsi di un tal fatto mi smarrii in guisa da non potertelo descrivere, e non a torto poichè quella fornata mi costava più di centoventi scudi. Avevo preso a credenza le legne, le materie adoperate, ed anche il cibo con cui mi ero alimentato mentre mi occupavo nel fabbricarla; oltracciò avevo assicurati tutti i miei creditori ch' essi sarebbero stati pagati col denaro proveniente dalla detta fornata, per il che molti di loro accorsero presso di me nel momento che cominciava a levare gli oggetti dal forno, onde la mia angoscia si accrebbe a mille doppii dai loro rimproveri che mi ricolmavano di vergogna e di confusione. Tutti gli articoli vedevansi seminati di piccoli pezzi di sasso, tanto tenacemente congiunti e collegati allo smalto che ripassandovi in giro la mano producevano sulla pelle dei tagli come fossero stati rasoj. Quantunque l'intera fornata riescisse così affatto ruinata pure vi fu qualcuno che si offrì di comperare alcun vasellame a vil prezzo; ma siccome questa sarebbe stata un'onta all'onor mio, non lo volli fare e spezzai ogni cosa e mi posi in letto col cuore in preda ad una tetra malinconia stantechè non avevo più nessun mezzo per sostenere la famiglia.

« In casa mia non sentivo altro che rimproveri, e invece di consolarmi, mi si colmava di maledizioni; mentre tutto il vicinato mi condannava come pazzo perchè avevo rotti gli articoli piuttosto che venderli per sette od otto franchi, com'essi stimavano ragionevole. Siffatti cicaleggi aumentavano sempre più i miei affanni.

« Dopo esser rimasto alcun tempo in letto, cominciai a considerare fra me come un uomo qualunque il quale sia caduto in un fosso è obbligato a darsi attorno per levarsene fuori, e per conseguenza risolsi di alzarmi su alla meglio mettendomi a fare alcune pitture e ingegnandomi a porre in opera tutti i mezzi a me possibili per guadagnarmi un po' di denaro, perchè infine capivo bene che tutte le mie perdite e i maggiori miei rischi erano già superati, e che omai null'altro sinistro poteva impedirmi di condurre a buon termine i miei oggetti di terraglia; onde mi accinsi di bel nuovo a lavorare intorno alla detta arte.

« Cuocendo però un'altra fornata mi accadde un nuovo accidente affatto inaspettato; e cioè la veemenza della fiamma del fuoco spinse una grande quantità di cenere contro i miei oggetti, onde ne venne che i vasellami in massima parte ne furono tocchi sicchè la loro superficie riescì grossolana e mal levigata a motivo dello smalto, il quale essendo liquefatto assorbì in sè tutta la cenere. Nonostante siffatte perdite pure non deposi mai la speranza di sollevarmi dal mio avvilimento mediante quest'arte; e fu a tale intento che concepii l'idea di farmi fabbricare da certi vasaj alcune lanterne (scatole) dove racchiudere i miei vasellami quando li collocava nel forno affinchè non venissero danneggiati dalla cenere. L'invenzione infatti si trovò buonissima e mi ha servito sempre bene sino al giorno d'oggi.

« Ma non mi bastò l'aver così ovviato all'azione della cenere, mentre incontrai ancora altri sinistri ed errori; vale a dire, alcune volte ritiravo la mia fornata dal forno o che era troppo cotta o che non lo era abbastanza; e per conseguenza si nell'un caso come nell'altro tutto andava perduto. Io era tanto inesperto che non sapevo discernere il troppo dal poco. Molte volte i miei vasellami restavano ben cotti davanti e perfettamente crudi nel didietro, e quando nella susseguente fornata facevo ogni studio per evitare tale inconveniente, mi occorreva di cadere in quello affatto opposto di abbruciarli nel didietro e lasciarli crudi nel davanti. Qualche volta io metteva i miei smalti troppo leggeri, ovvero densi di soverchio, il che mi cagionava in ambedue i casi un immenso danno. Mi successe inoltre di avere dentro al forno degli smalti a diversi colori, dei quali una parte restava abbruciata prima che l'altra parte cominciasse a fondersi. E fu in sì crudele trambusto di avverse vicende che mi angosciai durante il corso di quindici in sedici anni precipitando sempre da disgrazia in disgrazia, da ostacolo in ostacolo, e sempre evitandoli per vedermeli piombare addosso ognor più gravi ed inaspettati. Durante quei tristi tempi fabbricai parecchi fornelli che mi recarono molto dispendio prima che giungessi a conoscere la maniera di riscaldare in grado uniforme.

« Trovai finalmente il metodo di fabbricare vasellami di smalto misto a foggia di diaspro, che valsero a mantenermi per alcuni anni; ma non mi contentavo di questo

e mi davo sempre attorno con nuove spese e ricerche per procedere più oltre, como già sai che faccio anche in adesso.

« Quando ebbi inventato il mezzo di fare oggetti rustici, mi trovai in pene ed imbarazzi maggiormente di prima, poichè avendo fabbricato un certo numero di bacini di simil genere ed avendoli esposti all'azione del forno, successe che alcuni dei detti smalti riescirono belli e ben fusi, mentre altri o non lo furono abbastanza o si bruciarono addirittura; e ciò a motivo che le diverse materie ond'erano composti richiedevano necessariamente un diverso grado di calore perchè erano fusibili a differenti gradi. Per esempio, dunque, il verde delle lucertole restava abbruciato prima che il colore dei serpenti fosse fuso, e così mano a mano il colore dei serpenti, dei gamberi e delle testuggini si fondeva innanzi che il bianco avesse ricevuto la sua giusta bellezza. Tutti questi sbagli e tutte queste difficoltà mi cagionarono tanta fatica e tanta tristezza di spirito, che fui quasi spinto alle porte del sepolcro prima di giungere ad avere i miei smalti fusibili ad un medesimo grado di calore. Tale fatica ed angustia mi oppresse sì fattamente che, durante i dieci interi anni che la sostenni, il mio corpo era istecchito per la magrezza, nè avevo più nessuna polpa di carne nè nelle braccia, nè nelle gambe; per la qual cosa le dette mie gambe essendo diventate sottili in modo uguale dal ginocchio al piede ne conseguiva che le legaccia con cui legava le mie calze, non appena movevo qualche passo, cadevano sempre insieme colle stesse calze sui miei talloni. Spesso me ne andava a passeggiare nella prateria di Xaintes, considerando dolorosamente le mie miserie e specialmente mi fermavo sul pensiero della mia famiglia, ove non si aveva per me nessuna tolleranza e non si voleva mai trovare nulla di bene in ciò che facevo. Era disprezzato e schernito da tutti; ma pure non ostante ciò io fabbricava sempre qualche vasellame a diversi colori, che valeva a procurarmi il necessario nutrimento; e la speranza di riescire un giorno o l'altro nel mio intento mi faceva tirare innanzi tanto virilmente che non rade volte, per cattivarmi le poche persone che venivano a ritrovarmi, io mi sforzava a mostrarmi ilare e contento, quantunque internamente fossi tristissimo.

« Durante parecchi anni, non avendo i mezzi sufficienti per fare erigere una tettoja sui miei fornelli, era per conseguenza costretto di restare tutte le notti esposto alle eventualità della stagione, ossia alla pioggia, al vento, alla neve, ecc., senz'avere nessun soccorso, nè ajuto, nè conforto, e colla sola compagnia dei barbagianni che stridavano da un lato e dei cani che urlavano dall'altro. Alcune volte mi colse un tale imperversare di turbini e di tempeste che fui obbligato di fuggire dal forno lasciando là in completo abbandono i miei lavori; e bene spesso io me ne tornava a casa che non avevo più nulla di asciutto sovra il mio corpo a motivo delle pioggie, e me ne andava così in letto alla mezzanotte, o all'alba del giorno inzaccherato da cima a fondo come un uomo che fosse stato trascinato su tutto il pantano della città; attrappito di freddo, barcollante di quà e di là al pari di un ubbriaco, io rientrava in casa a tentoni, senza candela, e col cuore straziato dall'amarezza per vedere perduto tanto lavoro intorno

al quale mi ero sì lungamente affaticato. Di sopra più poi all'essere così infangato e bagnato, io ritrovava inoltre nella mia stanza una seconda persecuzione (dalla moglie) peggio della prima, in guisa tale che al presente resto invero stupito pensando che in allora non ne fui consumato d'affanno.... »

Nota sul paragrafo X. Capo III. — Secondo il cronista Matthieu di Coussy, il vocabolo *porcelaine* o *pourcelaine*, esisteva nella lingua francese sino dal cominciare del quindicesimo secolo. Questo medesimo cronista riporta una lettera indirizzata dal sultano di Egitto a Carlo VII, re di Francia, nella quale si legge: « Io t'invio, mediante il detto ambasciatore, un presente; vale a dire del balsamo fino della nostra santa Vigna; tre scodelle di porcellana di Sinant (China); un piattò di porcellana di Sinant; due gran piatti lavorati di porcellana; e due vasi verdi di porcellana, ecc. »

Nota sul paragrafo XVIII. Capo IV. — « I vasi greci, dice M. Ziegler, si dividono in tre classi, secondo le epoche della loro fabbricazione. Il colore rosso pallido, con disegni neri e bianchi, indica quelli della prim' epoca, e risalgono a 700 anni prima dell'era cristiana. I vasi della second'epoca sono a fondo nero con disegni bianchi e gialli; e quelli infine della terza epoca sono di due soli colori, vale a dire, disegni gialli e fondo nero; la perfezione delle pitture e la loro estrema leggerezza li distingue particolarmente.

« Si vede assai chiaro che il modo di colorire era conosciuto molto bene in antico; in generale però le varie tinte venivano prodotte mediante la sovrapposizione di diverse terre, e non fu che dopo l'epoca del risorgimento *(renaissance)* ossia dopo la scoperta della majolica, che la tavolozza del pittore di vasellami cominciò ad esistere per produrre tutte quelle opere smaltate, estremamente pregievoli, malgrado le difficoltà della loro esecuzione.

« Sino dalla dett'epoca, le risorse del colorire furono considerevoli e se ne può giudicare dalla ricchezza di tinte delle majoliche italiane, e da quella dei piatti di Palissy, rappresentanti pesci, conchiglie, ecc. Tuttavolta non fu che in seguito dei grandi progressi della chimica che la tavolozza del pittore di vasellami acquistò la necessaria abbondanza di mezzi per rivalizzare con quella delle pitture ad olio....

« Il più rilevante risultato posto in evidenza dalla Esposizione del 1855, si è la eleganza dello stile di Sèvres, il quale mediante una reazione ai suoi antichi metodi, non fregia più la sua bella porcellana, altro che di ornamenti leggeri, e poco uniti affine di non ingombrare dannosamente la bellezza del fondo. Siffatto stile fu pure adottato da M. Minton, uno dei principali fabbricatori dell'Inghilterra.

« Un nuovo genere di decorazione, applicabile perfettamente ai colori a gran fuoco, e al fondo *céladon*, si è quello prodotto da pitture e rilievi insieme combinati. Tali ornamenti, formati da fregi trasparenti fatti col pennello che si congiungono graziosamente ad alti rilievi scolpiti, sono di un bellissimo effetto.

« Un altro genere di decorazione, che però non è interamente nuovo, fu posto in opera con molto successo da M. Copeland, abile fabbricatore inglese, celebre a giusto titolo per la beltà delle sue statuette; noi vogliamo dire dei suoi fregi sulla porcellana fatti con pastiglie e perle che producono un magnifico effetto. Alcune sue caraffe di forma e con ornamenti di stile indiano furono assai ammirate all'Esposizione da tutti gl'intelligenti. Uno di questi suoi lavori, a fondo turchino sparso di pastiglie bianche, è invero leggiadrissimo, e fa comprendere mediante il suo incantevole effetto quanto sia giusto il nome di *porcellana giojèllo*, dato a siffatti prodotti.

« L'Esposizione del 1855 ha pur fatto conoscere alcune tinte a gran fuoco, a gradazioni rosse e verdi, ottenute da Mr. Regnault, il sapiente direttore di Sèvres, facendo nascere a volontà un'atmosfera riduttrice o ossigenante, progresso tecnico importantissimo.

« Finalmente ricorderemo ancora l'uso dei fondi vermicolati, punteggiati, ottenuti mediante una doratura finissima, che producono sulla porcellana e massime sul cristallo felicissimi effetti. » (Carlo Laboulaye. *Essai sur l'art industriel*, pag. 214, e seg.)

Mr. Péligot, professore di chimica al Conservatorio delle arti e mestieri, entrò in qualche dettaglio sulla decorazione della porcellana, nel piccolo trattato ch'ei pubblicò (*V. Encyclopédie* Garnier) intorno alla fabbricazione dei vetri e all'arte ceramica, e noi riprodurremo ora qui i suoi insegnamenti.

Fra i colori che si applicano sulla porcellana, distinguonsi i colori a *gran fuoco* e i colori a *muffola*. I primi sono cotti sotto l'incrostatura ovvero mischiati con essa, al gran fuoco nel forno da porcellana; questi sono pochissimi e non vi si novera che il turchino di cobalto, il verde di cromo, i bruni di ferro e di manganese, i gialli di titanio e i neri d'uranio; i quali colori vengono prodotti dagli ossigeni degli accennati differenti metalli. I colori a muffola sono del pari formati mediante ossigeni coloranti mischiati con sostanze facilmente vetrificabili. I principali *fondants* (liquifacenti) contengono silice, borace, ossigeno di piombo, o acido di bismuto, nitro, carbonato di soda, ecc. Tutti questi colori macinati con essenza di trementina, o di levanda condensata, forniscono al pittore da porcellana una ricchissima o svariatissima tavolozza. Essi sono applicati sulla porcellana inverniciata e si cuociono ad una temperatura poco elevata e che si regola con molta precauzione entro *fornelli a muffola*.

L'ossido di cobalto entra invariabilmente nella composizione dei turchini, l'ossido di cromo e quello di rame forniscono i verdi, di cui si variano i gradi di tinta mediante l'addizione d'altri ossidi coloranti; il perossido di uranio ed il cromato di piombo producono i gialli; i rossi si formano col protossido di rame e col sesquiossido di ferro il quale fornisce variatissime gradazioni; i violetti e le tinte rosee si fanno colla porpora di Cassio, che è un miscuglio intimo d'oro e d'ossido di stagno; finalmente i neri si ottengono col protossido d'uranio o colla mischianza degli ossidi di cobalto e di manganese.

La *doratura* della porcellana si eseguisce col mezzo della polvere d'oro precipitato dalla soluzione di cloruro d'oro col solfato di protossido di ferro. Si mischia questa

polvere con un poco di ossido di bismuto e di borace, poi lo si trasforma in pasta mediante l'essenza di trementina, indi si applica sull'oggetto valendosi del pennello. Dopo la cottura, fatta sempre nella muffola, e ad una temperatura sufficente per dare all'oro una buona aderenza, questo metallo ha l'aspetto pallido, ma lo si brunisce col brunitojo d'agata, e finalmente gli si dà tutto lo splendore di cui è suscettivo fregandolo con un brunitojo di diaspro sanguigno. (*Encyclopédie*, pag. 2783.)

Nota sul paragrafo XX.° Cap. IV. Nella dottissima opera pubblicata nello scorso anno da M. Stanislao Julien, e che ha per titolo: *Storia e fabbricazione della porcellana chinese*, ci venne data la distinta di tutte le marche di fabbrica chinesi, e noi ne riprodurremo qui il riassunto che ne fece il giornale — *La scienza* — nel suo numero del 5 luglio 1856:

» I marchii mediante i quali si assegna una data o un'origine alla porcellana chinese sono di due specie, e consistono in iscrizioni indicanti il periodo di regno in cui ella fu fabbricata, e in figure d'animali e di piante, non che in nomi d'uomini ed i stabilimenti.

» Le indicazioni appartenenti alla prima categoria non sono confacenti al rendiconto che noi facciamo del libro di Mr. Julien, atteseché ne sarebbe indispensabile il qui riprodurre i caratteri chinesi che costituiscono le marche di fabbrica. D'altronde tutti coloro che si occupano di collezioni o di commercio potranno consultare direttamente l'opera di Mr. Julien.

» I marchii della seconda categoria, consistenti in nomi di uomini o di stabilimenti, ci sfuggono del pari; e però noi indicheremo soltanto quelli che si compongono di un soggetto dipinto.

» Adunque un *fitofito* (pianta marina) dipinto sotto il piede delle fiale, o bottiglie di *Kiun*, le contraddistingueva come di bellissima qualità; e questo merito veniva pure constatato dal vedersi sotto il piedestallo del vaso le cifre *uno* oppur *due* (che i Chinesi scrivono a un dipresso come la lettera *t* in carattere stampatello) rovesciate orizzontalmente. Questa fabbricazione risale agli anni 960-963.

» Due pesci, dipinti nella suddetta posizione, indicano le porcellane di *Longth-Siouen*. (969-1106).

» Un piccolo chiodo indicava alcune porcellane di *Iou-Tcheou* (969-1106). Mr. Julien ci assicura, in una nota, come vi fossero pure delle porcellane del Giappone apprezzatissime, sotto il cui piede trovavasi un vero chiodo di ferro ricoperto di smalto; tali porcellane erano screpolate.

» Un fiore di giuggiola era pure una marca di altre porcellane di *Iou-Tcheou*.

» I vasi di prima qualità del periodo *Yong-lo* (1403-1424) portavano dipinti nel mezzo due leoni che giocavano facendo rucciolare una palla.

» Quelli di seconda qualità, dello stesso periodo, avevano invece *due anitre mandarine*, che rappresentano presso i Chinesi il simbolo dell'amore conjugale.

» La terza qualità poi delle porcellane di *Yong-lo* era marcata da un qualunque fiore a piacimento.

Alcune tazze del periodo *Siouen-te* (1426-1435) avevano un manico adorno di un pesce rosso, oppure un piccolissimo fiore nel centro dello stesso vaso. I combattimenti di grilli, pei quali i Chinesi van pazzi tanto quanto gl'Inglesi per quelli dei galli, erano pure una marca della medesima epoca. La storia ricorda con lode una giovinetta chiamata Ta-Sieou, che li cesellava nella pasta del vaso, con una meravigliosa maestria.

» Nella stessa epoca si fabbricavano dei vasi il di cui smalto color di arancio era punteggiato come la scorza di detto frutto, ed inoltre si facevano ancora dei vasi ove vedevasi dipinto un dragone e una fenice e che servivano ad uso dell'imperatore.

» Una chioccia coi suoi pulcini indicava il periodo 1465-1487. Ed ecco pure un'altra serie di segni che si riportano alle stesse date.

» Una cavalletta, dell'uva in ismalto, il frutto *Nelumbium speciosum*, il fiore *Pæonia moutan* e nel basso di questi una gallina con pulcini; però è necessario qui mettere in guardia l'amatore contro una confusione che potrebbe facilmente accadere stantechè questo medesimo fiore serve spesso di marca anche alle porcellane di Ting-Tcheou, che si fabbricavano durante i primi tempi della dinastia dei Song, verso il 960.

» Un ramo dell'albero del thè, dipinto in ismalto nel centro di una piccola tazza bianca, annunciava un lavoro di prima qualità ad uso dell'imperatore Chin-Tsong. (1522-1566).

» Alcune foglie di bambù, un mazzetto di *Lan (Epidendrum)* designava di consueto vasi a fiori azzurri fabbricati nella famosa strada del Mezzodì della città di King-te-Tching.

» I Chinesi, siccome fecesi pure ai nostri moderni tempi, fregiarono loro vasi di pitture licenziose, e tali porcellane venivano chiamate, dall'autore chinese, *Pi-hi-khi* (vasi ornati di giuochi segreti).

» Credesi che le *pitture di primavera*, per dirlo colle stesse parole con cui si esprime lo scrittore Chinese, si cominciassero ad usare sotto i Han, fra gli anni 202 prima di Gesù Cristo e il 220 della nostr'era. L'istoria ci narra che aprendo le tombe della suaccennata epoca, si restò ultra sorpresi di rinvenire le pareti di quel soggiorno della morte adorne di una svariatissima pittura delle gaie e floride scene della primavera.

Vi fu un imperatore chiamato Mou-Tsong e che regnò dal 1567 al 1572, il quale, secondo il nostro autore chinese, amava assai la *voluttà*. Questo sultano Saladino della China ridestò il gusto delle pitture della primavera, cui più non si pensava da lungo tempo, e per conseguenza molti artisti di gran merito, come pur troppo suol succedere in simil fatta di abuso, divennero eccellenti in questo genere erotico.

» Ma ritorniamo alle marche di fabbrica. La frase: *Il religioso che visse nel ritiro*, scritta al piede dei vasi, era il marchio distintivo del celebre fabbricante Hao-chi-Khieou....... »

NOTE ADDIZIONALI

I. **Classificazione de' vasellami.** — Mr. Brongniart, antico direttore della manifattura di Sèvres, nel suo *Trattato dell'arte ceramica*, classifica i vasellami nella seguente maniera:

1.ª classe. — *Terre cotte* (mattoni, tegole, plastica degli antichi, fornelli, giare o coppi, ecc.).

Pasta spesso eterogenea, a spezzatura terrosa o a tessitura porosa, cotta a bassa temperatura, di consueto senza nessuna incrostatura vitrea, oppure ricoperta semplicemente di una vetratura di piombo.

2.ª classe. — *Vasellame comune.*

Pasta omogenea, tenera, a spezzatura terrosa, opaca, di color sporco, ricoperta di una vernice o vetratura translucida e plumbea.

3.ª classe. — *Majolica comune* o *italiana.*

Pasta opaca, colorata o biancastra, tenera; tessitura morbida, spezzatura terrosa, e coperta di uno smalto opaco ordinariamente stannifero.

4.ª classe. — *Majolica fina* o *inglese* (terra da pipa, *impropriamente* porcellana opaca, mezza-porcellana, ecc.).

Pasta bianca, opaca, a tessitura fina, densa, sonora, abbastanza dura, coperta di una vernice cristallina, plumbifera, alcune volte boracinosa.

5.ª classe. — *Grès ceramico* (Grès o vasellami di creta renosa).

Pasta densa, durissima, sonora, opaca, di grana più o meno fina, di varii colori o senza vernice, incrostata di una vetratura salifera o plumbifera, ovvero di una coper-tura terrosa.

6.ª classe. — *Porcellana dura* ossia *chinese.*

Pasta bianca, fina, dura, spezzatura subvitrea, translucida; la vetratura è una coperta terrosa, dura, la quale non è fusibile che ad un'alta temperatura.

7.ª classe. — *Porcellana tenera*, o *francese.*

Pasta fina, densa, a tessitura quasi cristallina, dura, translucida, fusibile a un'alta temperatura; vernice vitrea, trasparente, poco dura, plumbifera o boracifera.

I vasellami delle tre prime classi sono teneri in guisa che il ferro può rigarli; e invece quelli delle ultime quattro classi allorchè provengono da una buona fabbricazione non possono nemmeno essere scalfiti da una punta di acciaio.

II. **Brani, risguardanti le arti ceramiche, estratti da alcuni scrittori.**

1.° *Plinio*: « Nei sagrifizii, anche in mezzo alle più grandi ricchezze, non è già con vasi murrini (1) o di cristallo ma sibbene con calici d'argilla che si fanno le libazioni. Qualora si vogliano apprezzare in dettaglio i benefizii della terra, si vedrà ch'essi sono invero incalcolabili. Senza enumerare le diverse specie di biade, di vini, di frutti, d'erbe, di alberi, di medicinali e di metalli ch'ella ci prodiga, gli è un fatto che l'arte del vasajo, riproducentesi sotto tutte le forme, offre del continuo ai nostri bisogni le tegole per le grondaje, i tini per contenere i nostri vini, i tubi per l'incanalamento delle nostre acque, i serbatoj caloriferi pei bagni, i mattoni per edificare le case. Fu precisamente in vista di tutte queste opere utilissime che Numa stabilì la settima classe appositamente pei vasaj. Molte persone preferirono per la loro sepoltura un feretro di terra cotta, e Varrone fu tra questi, ordinando in pari tempo che il suo, secondo l'usanza dei Pittagorici, fosse riempito di foglie di mirto, d'ulivo e di pioppo nero. La maggior parte dei popoli fanno uso di vasi di terra: e diffatti vantasi Samo pei suoi vasellami (2), e Aretium (Reggio) in Italia conserva tuttavia per questo la sua celebrità. Anche Sorrento, Asta, Pollenzia sono in molto grido solo però pei coppi, così come Sagunto in Ispagna e Pergamo in Asia. Trani e Mutina in Italia hanno anch'esse le loro fabbriche, stantechè questo genere di opere forma egli pure la gloria delle nazioni, e quando tali prodotti escono da celebri officine, è indubitato che si trasportano per terra e per mare in tutti i paesi del mondo. Anche al giorno d'oggi si veggono nel tempio d'Erythris due anfore consacrate a motivo della loro finezza; sono dessi il lavoro di un maestro e del suo scolaro che si erano sfidati a chi dei due sarebbe stato capace di fabbricare il vaso più sottile. Le anfore hanno dato motivo ad un qualche esempio di severità; per esempio noi leggiamo che Coponio fu condannato come colpevole di raggiro per aver regalato un'anfora ad un uomo investito del diritto di suffragio. E per dimostrare come il lusso annetta egli pure qualche dignità ai vasellami di terra, dirò che nei tempi di Fenestella, il servire un convito in tre piatti era il supremo grado di magnificenza nelle feste: uno di tali piatti conteneva delle murene, il secondo portava del lupo di mare, e finalmente il terzo del merluzzo; il che annunziava di già una corruzione di costumi, sempre però assai meno pervertiti di quelli dei filosofi della Grecia, imperocchè si sa che alla morte di Aristòtile, i suoi eredi misero in vendita

(1) Vasi antichi, di aspetto vitreo, fragilissimi, assai apprezzati presso i Romani, e la di cui composizione è a noi sconosciuta. *(Nota della Traduttrice).*

(2) Gli antichi, conoscendo poco e malamente l'arte di preparare e di cuocere il vetro, erano costretti di valersi delle argille per formare tutti quei vasi o utensili che al presente si fabbricano in cristallo. Il gran consumo che se ne faceva addusse rapidamente la perfezione della plastica, ed infatti essi recarono tant'oltre quest'arte, che i vasi più comuni sono in adesso per noi un soggetto di stupore e di ammirazione. Sovratutto i Greci sapevano dare ai loro vasellami una finezza, una solidità, e una leggerezza tale, che li faceva ricercare preziosamente da tutte le nazioni... ecc. ecc. *(Nota di Guéroult.)*

settanta piatti. In quanto al piatto del tragico Esopo, di cui già feci parola all'articolo degli Uccelli, e che da se solo costò 100,000 sesterzj (20,000 franchi) non esito punto a credere che i miei lettori ne avranno fremuto d'indignazione! Ma che dico io mai? Vitellio, durante il suo regno, si fece costruire un piatto che costò un milione di sesterzii, e pel quale si fabbricò un apposito forno in campagna aperta: insomma i progressi del lusso sono tali che un piatto di terra costa assai più caro di un vaso murrino. Fu a questo proposito che Mucciano, console per la seconda volta, durante un dibattimento giudiziario, rimproverò alla memoria di Vitellio i suoi stagni portatili, non meno spaventevoli e detestabili di quel piatto famoso mediante il quale Asprena aveva fatti perire, secondo l'accusa di Cassio Severo, cento trenta convitati tutti ad un tempo.... » (Plinio, *Storia naturale*, traduzione di Guéroult, lib. XXXV, paragrafo XLVI.)

2.° *Carlo Aubin:* « Mr. Stanislao Julien, membro dell'Istituto, e notissimo pe' suoi bei lavori sulla lingua chinese, pubblicò or ora la traduzione di un completo trattato della *Storia e della fabbricazione della porcellana chinese* (1). L'autore di quest'opera, pubblicata nella China nel 1815, è un letterato molto dotto, chiamato Tching-Thing-Kouei, abitante nel distretto di Feou-Liang, provincia del Kiang-si, ove si trova la città di King-te-Tching, il più gran centro di fabbricazione della porcellana chinese, e però l'opera chinese porta il titolo di *Storia delle porcellane di King-te-Tching*, quantunque contenga inoltre dettagli completi su le altre porcellane.

« Gli è in King-te-Tching che si trova la manifattura imperiale, fondata da più di otto secoli. La città è molto bella, fabbricata sopra un piano regolare, con strade ben lineate; occupa un'area più estesa di una lega ed ha un milione di abitanti. Tremila forni da porcellana vi cuociono i prodotti che preparano innumerabili operai. Secondo il solito della maggior parte dei grandi centri industriali e commercianti della China, anche King-te-Tching non è circondata da mura, e per conseguenza i Chinesi le rifiutano il nome di *città*.

« Nella sua sapiente prefazione, Mr. Stanislao Julien, dimostra che l'origine della fabbricazione della porcellana nella China è comunemente fissata fra gli anni 185 avanti l'era cristiana e 85 anni dopo il principio della stessa. Antecedentemente a tale epoca i Chinesi non conoscevano che vasellami di terra cotta molto grossolani, e gli annali ufficiali dei Chinesi, che furono conservati con molta cura sino dalla più rimota antichità, attribuiscono l'invenzione di simil genere di terraglie comuni all'imperatore Hoang-ti, il di cui regno cominciò nel 2698 prima di Gesù Cristo; si cita persino il nome di un certo funzionario, il quale durante il regno del suddetto portava il titolo d'*intendente della terraglia*. Nel 2255 un vasaio, chiamato Chun, salì sul trono della China. Alcuni piccoli vasi di porcellana fregiati d'iscrizioni chinesi, essendo stati recentemente scoperti entro a delle tombe egizie, parecchi eminenti antiquarii ne dedussero che tali vasi erano contemporanei a quegli stessi sepolcri e perciò risalivano a 1800

(1) Un volume in-8 grande, presso Mallet-Bachelier.

anni avanti dell'era cristiana; ma al presente però la è cosa evidentemente provata che le iscrizioni di detti vasellami non sono altro che alcuni versi estratti da poemi chinesi, composti nell'ottavo secolo dopo la venuta di Gesù Cristo; e siccome se ne trovano tuttavia in commercio degli affatto simili, sembra perciò molto probabile che quelli racchiusi entro i sepolcri egiziani vi siano stati introdotti in epoca assai moderna.

» La fabbricazione della porcellana fece nella China pochi progressi sino al sesto secolo dopo Gesù Cristo. Nel 583 però le cose assunsero un altro aspetto dietro un decreto dell'imperatore, il quale comandò ai fabbricatori di King-te-Tching di fare della porcellana per suo uso particolare e di portargliela nella sua capitale.

» Cominciando da tal epoca, gli storici chinesi conservarono sempre con minuziosa esattezza i nomi dei più abili vasai, e la completa specifica delle marche inscritte sui loro prodotti.

» Le porcellane di colore turchino-celeste fabbricate nel decimo secolo per ordine dell'imperatore Chi-Tsong, salirono in tanto pregio nei susseguenti secoli, che i ricchi amatori di simil genere di manifattura ne portavano dei pezzi appesi per ornamento ai loro berretti di cerimonia, ovvero se ne facevano collane. Coll'avanzare dei tempi, la fabbricazione fece progressi sempre più grandi, riescendo ad imitare meravigliosamente le porcellane antiche, di cui i dilettanti chinesi sono tanto entusiasti, quanto lo sono i dilettanti europei per il vecchio *sèvres*. Nel sedicesimo secolo, un famoso artefice chiamato Tcheou imitava sì bene i vasi antichi che il più abile intelligente vi prendeva abbaglio: un solo dei suoi vasi era pagato 7500 franchi; ed ecco un aneddoto che varrà a provare la sua stupenda abilità nell'imitare:

» Un giorno, egli salì in un battello mercantile di Kintchong, e si recò sulla riva destra del fiume Kiang; passando da Pi-ling, andò a far visita a certo Thang, che aveva la carica di *thai-tschang* (preside dei sagrifizii) e gli chiese il permesso di esaminare a suo bell'agio un antico tripode in porcellana di Thing, che ornava il suo gabinetto. Avendone ricevuto l'assenso, ei ne prese esattamente le misure valendosi delle sole mani, poi rilevò l'impronta delle venature mediante un pezzo di carta, da lui nascosta accuratamente in una manica della sua veste, indi ritornò subito alla sua officina in King-te-Tching. Sei mesi dopo, ritornò di bel nuovo a Pi-ling e fece una seconda visita al signor Thang. Giunto alla di lui presenza, levò dalla propria manica un tripode, dicendo: — Vostra Eccellenza possede un tripode da braciere per profumi in porcellana bianca di Thing, ed eccone un altro simile che è di mia proprietà. — Thang confrontò il tripode di Tcheou coll'antico tripode da lui preziosamente conservato e non vi potè rinvenire un capello di differenza; vi applicò il profumiere dell'altro e vedendo che vi si adattava con mirabile precisione il suo stupore non ebbe confine. Allora egli chiese all'artefice di dove aveva tolto quell'oggetto simile in modo tanto meraviglioso al suo: — Sei mesi fa, quello gli rispose, vi dimandai il permesso di esaminare a mio *bell'agio* il vostro tripode; in quell'intervallo ne rilevai colla mano le dimensioni; e questo che ora vi presento non è altro che una

imitazione fatta da me medesimo. » — Il thai-tschang, convinto dalla verità, comprò pel prezzo di quarant'once d'argento (800 franchi) il nuovo tripode che gli aveva cagionata tanta ammirazione, collocandolo a fianco del primo nel suo museo come se fossero ambedue un prodotto gemello di un solo artefice e di un'epoca sola.

» L'Officina imperiale di King-te-Tching, durante la maggior parte dello scorso secolo, fu diretta da due abilissimi uomini, chiamati Nien e Chang. Quest'ultimo specialmente primeggiava nel saper imitare e riprodurre le più belle opere antiche, come pure nell'inventare forme e abbellimenti di genere nuovo e moderno. L'imperatore lo incaricò di pubblicare in ventidue stampe la descrizione figurata di tutti i metodi in uso per fabbricare ed abbellire le porcellane, accompagnando quei disegni col relativo testo di spiegazione. Il detto testo fu tradotto dal sig. Stanislao Julien nel quinto libro della sua opera; e siccome non gli fu possibile procurarsi sino al presente le stampe originali, ei ne fece eseguire dei fac-simili per intercalarne il testo da lui tradotto, unendovi pure la copia dei differenti disegni che possede la Biblioteca imperiale.

» I mercanti di Canton non vendono agli Europei altro che delle porcellane fabbricate appositamente per la esportazione, o pei *dèmoni dei mari*, per dirlo colla stessa frase di cui si servono i Chinesi per accennare gl'Inglesi e gli Americani. I Chinesi stimano assai poco le produzioni straniere; ed ecco a proposito ciò che scrive un autore sulle porcellane di Corea: « Quantunque i vasi conosciuti sotto il nome di » *yang-tse* ed altri dello stesso genere abbiano belle tinte e allettino lo sguardo, ad » ogni modo mancano di levigatezza, di eleganza e di finezza. *È un gran che se pos-* » *sono servire negli appartamenti delle donne*; è poi un fatto che sono addirittura » indegni di figurare onorevolmente nelle case dei magistrati e degli uomini di lettere. » Da questo brano si comprende benissimo come le signore chinesi siano trattate con una preferenza affatto opposta a quella che si accorda alle Europee, per le quali i nostri manifatturieri rivalizzano costantemente nel fabbricare porcellane ognor più meravigliose per eleganza e per isquisito buon gusto.

» I Chinesi stimano assai gli smalti sul rame di fabbricazione francese; essi li chiamano *porcellane del regno dei demonii*, e gli imitano con molta felicità. Quanto poi alle porcellane europee, il letterato Tching-Thing-Kouei non ne fa parola di sorta.

» L'opera del sig. Stanislao Julien offre preziosissime sorgenti tanto agli amatori, quanto ai fabbricanti che si propongono d'imitare le porcellane chinesi. Le indicazioni tecniche furono rischiarate da un gran numero di note, non che da una prefazione dettata dal sig. Salvetat, chimico della manifattura di Sèvres e collaboratore del sig. Ebelmen in un'opera completa sulla composizione delle materie adoperate dai Chinesi nella fabbricazione della porcellana. Il nuovo lavoro di Stanislao Julien è dunque destinato al medesimo successo del *Riassunto dei principali trattati sull'allevamento dei bachi da seta e la coltivazione dei gelsi* di già tradotto in tutte le prime lingue d'Europa; e si può presagire la stessa voga a un trattato *sull'Industria dei Chinesi* che questo sapiente orientalista deve pubblicare in breve.

» Il sig. Stanislao Julien ha fatto susseguire al suo trattato della porcellana chinese una preziosa memoria del Dottor Hoffmann, professore a Leida, sulle principali fabbriche di porcellana del Giappone; ella è la traduzione di un'opera giapponese pubblicata nel 1799. L'arte di fabbricare la porcellana passò dalla China in Corea e dalla Corea al Giappone, verso l'anno ventisettesimo prima dell'era cristiana; ma non fu che sul dodicesimo secolo che la porcellana giapponese potè giungere a gareggiare con quella della China. Le porcellane più stimate del Giappone sono quelle provenienti dalla provincia d'Imari. Due maniere di fabbricazione, sconosciute affatto ai Chinesi, sono usate nel Giappone così bene come in Europa; vale a dire la prima cottura (degourdi) destinata a rassodare gli oggetti e renderli porosi, e l'applicazione della *coperta* ossia *smalto* per immersione. I Chinesi invece innaffiano i loro oggetti collo smalto stemperato nell'acqua, ovvero glielo applicano mediante il pennello. » (*Giornale per tutti*, 24 Maggio 1856, pagina 127).

3.° *Moreau de Jennès:* « Ecco un'industria che porta il bel nome greco di *ceramica*. Ella è d'illustre origine e rimonta alla più alta antichità. I primi uomini bevevano indubitatamente col concavo della propria mano, come il fanciullo che servì di modello a Diogene; poi, a guisa di questo medesimo filosofo, si servirono di una zucca; e finalmente all'apparire dei primi albori della civilizzazione, fecero delle scodelle di terra. Quando si confronta il vasellame degli antichi col nostro si rimane stupiti della attuale nostra inferiorità. I vasi egizii, etruschi e greci, sono capilavori veramente ammirabili, che i nostri vasaj sono costretti a copiarlo. Si è quasi tentati a credere che queste fabbricazioni risultino da idee innate, massime allorquando si rinvengono vasellami eleganti e graziosamente ornati persino presso popoli selvaggi, cui l'immenso Oceano divide dalle altre nazioni incaricate provvidenzialmente dell'incivilimento del l'uman genere.

» Fu soltanto nel sedicesimo secolo che l'Europa ritrovò quest'industria, e l'onore ne è per intero devoluto alla Francia che dette la vita a Bernardo di Palissy, l'uomo più sorprendente per le sue cognizioni in mezzo all'oscurità del tempo in cui visse. Gli smalti e i vasellami ch'ei fabbricò colle sue proprie mani, sono oggetti d'arte meravigliosi e di un gran pregio.

» La maiolica, (la faïence), specie di terraglia ricoperta di una incrostatura semi-vitrea fu inventata in Italia e trae il suo nome dalla città di Faenza. La prima che si fece in Francia fu opera di un Italiano venuto a Nevers nel 1580, col duca di detta città. Al finire del diciottesimo secolo ell'era usata generalmente tranne che fra i grandi che si servivano di soli vasellami d'argento, e fra i provinciali che si serbavano sempre fedeli ai loro piattelli di stagno.

» Nel 1784 un Inglese nominato Hall, importò nel suo paese la fabbricazione di una specie di maiolica senza incrostatura, detta *terra da pipa*, per la ragione che dapprincipio si adoperò la sua pasta ad uso dei fumatori. Uno stabilimento da lui eretto a Montereau ebbe un gran successo, ed ottenne una medaglia d'oro. La maiolica

antica fu abbandonata mercè questa nuova fabbricazione, la quale si fissò alle due opposte estremità della Francia, vale a dire, a Tolosa e a Sarreguemines. Nel 1830 si pervenne a fare anche di meglio, stantechè la vecchia invenzione sotto il regno di Luigi XIV, ossia la *porcellana tenera* abbandonata a causa delle sue imperfezioni, fu tratta dall'oblio, migliorata considerevolmente, e fabbricata di nuovo sotto il nome di *porcellana opaca*. Il poco costo di questa specie di vasellame e l'eleganza del suo aspetto l'hanno fatta adottare dapertutto, facendo cadere in pieno disuso la maiolica e la terra da pippa, le quali in adesso sembrano vestigi del medio-evo. Bisogna riconoscere, per debito di giustizia, che la fabbricazione della porcellana opaca è devoluta all'Inghilterra, ove fu posta in'opera, dopo il 1810, colla denominazione d'*iron-stone* da un'abile artefice, chiamato Spode, il di cui nome merita di non esser posto in dimenticanza. Bronguiart l'imitò nell'officina di Sèvres, ed i lavori de' signori Le Bœuf, Caseaux e Saint-Cricq, l'hanno diffusa e popolarizzata.

• La porcellana dura, questa bella e ricca industria della China e del Giappone, fu fabbricata nella regia manifattura di Sèvres sotto il regno di Luigi XV; ma ell'era di elevatissimo prezzo, stantechè ogni tondo costava non meno di tre franchi, ossia sei volte più di quel che costano al giorno d'oggi. L'attuale suo buon mercato devesi ai nuovi metodi di fabbricazione; vale a dire, all'aver sostituito la fusione alla tornitura, e il fuoco di carbon fossile al fuoco delle legne. La superiorità dei nostri artefici, che da un secolo in poi si sono infaticabilmente esercitati ad abbellire la porcellana, ne produssero dei capi d'opera che destarono l'ammirazione di tutta Europa; ma fu indispensabile il possedere in antecedenza i primi elementi della sua composizione, e scoprire nel nostro secolo le identiche qualità di argille di cui i Chinesi si servono con tanto successo nell'altra estremità dell'emisfero. Il kaolin (caolino) che serba anche fra noi la stessa denominazione colla quale viene chiamato nella China, è tolto siccome il feldspato dalle cave di Milher nei Pirenei, e sovratutto nei contorni di Saint-Yrieix, ricchi di simili materie. Gli è perciò che dodici fabbriche di porcellana trovansi a Limoges, e venticinque in altre diverse località dell'Haute-Vienne.

La statistica di questa industria in Francia, si ha nel seguente riassunto:

	Stabilimenti	Materie-prime	Prodotti fabbricati	Numero degli operai
Dipartimenti	91	3,641,000 fr.	9,838,000 fr.	6,841
Parigi.	158	1,500,000	4,392,000	1,641
Totale	249	5,141,000 fr.	14,230,000 fr.	8,482

4.° *Curiosità di archeologia e di belle-arti.* • Le giarre destinate a conservare il vino, l'olio, e le granaglie, chiamate comunemente anfore, avevano sino a due metri d'altezza sopra 70 centimetri di diametro. Se ne ritrovò una di questa dimensione nelle vicinanze di Pozzuoli.

« Se ne ritrovò un'altra di uguale dimensione e che vedevasi essere stata raccomodata con legami di piombo, non lungi dall'antica Antium, (in oggi Anzio).

» Nel museo di Napoli si conservano vasi rinvenuti nella Puglia, eleganti di forma a piedi e colli distinti, e guerniti di grandi manichi; questi vasi hanno circa 1m,87 di altezza.

» Ammettendo il racconto di Giovenale sulla mustruosità del famoso rombo di Domiziano, che si dovè far cuocere intero, e non concedendo al detto pesce nulla più della possibile gran dimensione conosciuta, vale a dire un metro e 80 centimetri, avrà abbisognato per cuocerlo, un piatto di circa due metri.

» Il più gran piatto di terraglia comune che siasi conservato sin qui, fu portato di Spagna da Taylor; egli ha 95 centimetri di diametro.

» Si ritrovarono a Chiusi dei vasi, la parte superiore dei quali consta di due bracci, un collo ed una testa, i quali credesi dovessero essere i ritratti dei defunti, le di cui ceneri erano contenute nei vasi stessi. Le teste vi erano mobili così come le braccia, e stanno attaccate ai vasi mediante caviglie di bronzo.

» In Corsica, nella strada fra Sartene o Propiano, si scoprirono urne funerarie assai rimarchevoli in quanto che non presentano nessuna apertura; ognuna di esse è divisa in due parti presso a poco di uguale dimensione, e sì bene incastrate l'una nell'altra che a tutta prima si ritenne che fossero cotte col corpo, o almeno colle ossa ch'esse contenevano. Diodoro di Sicilia, parlando degli usi delle isole Baleari, dice che quei popoli apezzavano i cadaveri con dei bastoni, poi dopo averli resi flessibili mediante questo modo di procedere, li deponevano in una giarra di terra.

» Anche nel Brasile, si trovano grandi giarre che servono d'urne funerarie. Vi si ponevano, un po' curvati, i corpi, ridotti in mummie, dei capi di tribù o dei guerrieri celebri, rivestiti dei loro ornamenti e cinti delle loro armi. Si chiamano quelle urne *caumies*. Si trovano nascosti sotto terra presso i grandi alberi, nella tribù del Guaytokares, ora civilizzata e chiamata Coroados, nell'Aldea di San-Fidelis, villaggio sulle rive del Paraiba, lungi sei leghe da Campos.

» I vasi ornati di pitture, da lungo tempo conosciuti sotto la denominazione di *vasi etruschi*, costituiscono la classe più numerosa dei monumenti antichi, dopo quella delle medaglie e delle inscrizioni; e, per uno strano contrasto, non avvene alcuna su di cui gli scritti degli antichi ci abbiano lasciato meno indizj. Si ponno pertanto valutare fino a cinquanta mila almeno il numero dei vasi di questo genere che sono stati successivamente scoperti dopo due secoli. Più di sei mila, che pur sono i più belli e più interessanti, furono rinvenuti nella necropoli d'una sola vecchia città etrusca, menzionata nella storia una volta o due soltanto. » (Pag. 343 e seguenti).

III. **I vasellami presso gli Arabi.** — *L'Ami des sciences;* nel suo numero del 29 Luglio 1855, ha dato l'analisi seguente d'un lavoro presentato all'Academia delle scienze dal sig. Texier:

« Si sa che le grandi fabbriche sono sconosciute in Oriente; si sa parimenti che il

principale carattere dell'industria orientale si è che ogni ramo di lavoro è divenuto l'apanaggio di alcune famiglie o di certe tribù. Così, in Algeria, i Beni-Abbès e gli abitanti di Kala sono esclusivamente dedicati al lavoro della lana, i Flittas fabbricano le spade, i Gujdfer sono agricoltori.

« Le tribù che si danno all'industria ceramica sono, secondo Texier, i Beni-Rathen, che abitano i contrafforti del Jurjura, nel cerchio di Dellys; i Beni Maactas, vicini a questi ultimi; all'est, i Beni-Onrredin, situati fra la Calle e Guelma; — presso Algeri, i Chenona, tribù abitante presso i dintorni di Cherchel; — all'ovest, gli abitanti di Nedroma provedono i dintorni di Tlemcen d'anfore e di vasi per rinfrescar l'acqua; — finalmente, se si parte dai confini dell'Algeria, si trova a Tanger una fabbrica di majolica attivissima. Ogni tribù pratica la sua arte per tradizione, ciò che non è meno orientale del resto. È chiaro, dice Texier, che le memorie delle antichità non sono estranee agli artisti kabili; cita in testimonio i Beni-Ourredin. « I vasi di questa tribù sono, egli dice, composti di terra rossa simile a quella dei vasi romani; si vendono presso i medesimi dei vasi colla forma di tazza romana, decorati da vernice nera fatti col legno di terebinto. » Alcuni modelli esposti all'accademia offron una singolar rassomiglianza con alcuni vasi messicani conservati al Louvre. Le stoviglie dei Beni-Rathen e dei Maactas rassomigliano molto alle stoviglie etrusche, ecc. L'autore della nota termina esprimendo il voto che l'arte di fabbricare la majolica destinata a decorare gli edifici sia ravvivata in Algeria, ove si fa grande uso di mattoni verniciati che pervengono dall'Italia. »

IV. **La ceramica all'Esposizione del 1855.** — L'Esposizione del 1855, a Parigi, — pari a quella del 1851, a Londra, — ha soprabbondantemente provato che l'arte ceramica è assai lontana dalla decadenza. Se la China si compiace dell'immobilità, la Francia e l'Inghilterra fanno a gara nella via dei miglioramenti, sicchè si può asseverare senza esagerazione, che giammai la ceramica meritò tanto quanto ai nostri giorni di essere posta nel numero delle belle arti.

Riporteremo qui il riassunto d'un lavoro pubblicato nel 1855 dal sig. Emilio de la Bédollière. La situazione attuale dell'arte vi è esattamente tracciata.

La manifattura di Sèvres si mantiene nel primo rango dell'arte ceramica. Tosto che le si avvicina, essa affretta il passo ed effettua nuovi progressi artistici ed industriali. Quest'anno, estendendo il suo dominio, tentando ogni genere, essa aggiunge ai prodotti dei quali occupavasi quasi esclusivamente da mezzo secolo, nuovi oggetti di porcellana tenera, di majolica, di terre cotte, di smalti. Mercè il felice impulso del signor Diéterle, le vecchie forme de' suoi vasi sono state abbandonate per adottarne altre più graziose e svariate, e i pittori ch'essa impiega, invece di riprodurre invariabilmente i quadri dei maestri, si cimentano con franchezza ad una originale decorazione. I suoi incisori e statuari applicano i metalli nelle guarniture con maggior gusto di una volta; si sostituì per la cottura il carbon fossile alle legne dietro i metodi del signor Vital-Roux; e finalmente vi si colorisce la porcellana a gran fuoco ottenendo mediante la

colatura dei pezzi di porcellana di grande dimensione. Insomma artisti, scienziati operai, gareggiano di zelo per la prosperità d'uno stabilimento che forma una delle più splendide glorio nazionali.

Nessuna descriziono saprebbe dare un'idea delle meraviglie create da questa concorcorrenza. Vi si vedo un vaso colossale di biscotto, intorno al qualo il signor Gérome ha fatto maestosamente sfilare, in commemorazione di Londra, tutte le nazioni cogli attributi di tutte le industrie rispettive. V'è pure un vaso Mansart, i di cui manichi di bronzo sostengono svelto figurino d'argento cesellato; ed insiemo quello della guerra, composto da Klagmann con un bel fregio adatto al soggetto; poi una vasca colossale, il cui fondo è colorato con ossidato d'urano; indi pezzi di decorazione reticolati con sorprendente leggerezza; vasi d'una pasta verdazzurro, sopra i quali, dopo una prima cottura e prima dell'applicazione della vetratura; sono stati disegnati in pasta bianca o seme-santo *(barbotine)* dei bassi-rilievi o capricciosi arabeschi; e infino cofanetti, tazze e medaglie, così rimarchevoli per la purezza dello stile come per la delicatezza dell'esecuzione.

La manifattura di Sevres è ritornata alla porcellana tenera, che le valse primitivamente la sua celebrità. Fra i suoi vasi in pasta tenera, noi segnaleremo quello sopra il quale il signor Abel Schilt ha riprodotto in tuoni caldi e vigorosi *il Leone amoroso* del tanto compianto Camillo Roqueplan; la coppia di vasi arricchita, dal medesimo artista, di due soggetti di stilo Watteau, *la Discordia e la Riconciliazione;* poi l'altra copia di vasi che varj amatori si sono contrastati, e sulla quale sono dipinti delle guardie francesi in sentinella. Oltre ottantacinquo vasi di dimensione variate, Sèvres espose pure due casse di fiori, una grande giardiniera, un catino chinese, un piatto ovale col suo vassojo, varie coppe e tazze o servizi da caffè.

Ecco quanto offriva la manifattura di Sèvres! e come ben si vede la sua parte è bellissima: osserviamo ora la parte spettante a tutte le altre manifatture francesi, e straniore, i di cui prodotti hanno figurato all'Esposizione del 1855. Si è sempre dall'opera del signor de la Bédolliere che noi attingiamo i presenti dettagli. « Un fabbricatore di Saint-Amand-les-Eaux, il signor di Bettignies, fu uno dei primi che riadottarono ai nostri giorni, la fabbricazione dell'antica pasta tenera, detta *vecchio sèvres*. Respingendo come inutile l'allume, il gesso, il sàle marino, prescritti dalle primitivo ricette, esso compose la sua pasta di nitro di potassa e di carbonato di soda. Incoraggiato nel proprii sforzi con una medaglia di bronzo nel 1849, poi da un'altra medaglia di maggior valore o con menzione speciale nel 1851, ha fatto nuovi studj per ritrovare le smarrite tradizioni. Presentò all'attualo Esposizione i quattro vasi che aveva all'Esposiziono di Londra; due in azzurro *turquoise*, decorati dal signor Abel Schilt, e due a fondo bianco, dipinti dal signor Labbé, giovano artista, del quale deploriamo la morte prematura. Il signor di Bettignies vi aggiunse una piastra di pasta tenera, ornata di un soggetto allegorico, e dei vasi di differenti forme, delle quali alcune sono imitate dai modelli della manifattura di Sèvres sotto Luigi XV. Il suo più bel prodotto è un vaso

di dimensione colossale, atto a provare in esuberanza il partito che si può trarre dalla porcellana tenera. Un lato di questo vaso è fregiato di fiori dipinti da Schilt padre. Sull'altro medaglione, il signor Abel Schilt riprodusse liberamente la grandiosa composizione fatta da Eustacchio le Sueur, pel palazzo Lambert, e che si ammira attualmente nel Museo del Louvre. La nobiltà dello stile, la purezza delle linee, l'armonia dei toni onde si abbellisce l'originale, risplendono tutt'assieme in questa copia meravigliosa. Il fregio in bronzo dorato del signor Victor Paillard, ci è parso lavorato frettolosamente, e forse avrebbe bisogno di alcune correzioni, per toccare all'altezza dell'ornamentazione.

« Senza pretendere di rivalizzare con Sèvres, la maggior parte degli esponenti si sono limitati di fabbricare buone porcellane, semplici e senza ornamenti, come i servizj da tavola, e i vassoi del signor Ponyat di Limoges. Le fabbriche di Bordeaux, di Creil, di Montereau, di Sarreguemines, hanno provato sempre dippiù quanto siano capaci di sostenere il confronto dei prodotti inglesi pel buon uso e pel buon mercato dei loro articoli.

« I signori Carlo Pillivuyt e Dupuis non impiegano meno di centododici operaj nelle manifatture di Foëcy, Morlac e Mehun sur-Yèvre, per la fabbrica della porcellana dura, ch'essi cuocono col carbon di terra, dietro il metodo del signor Vital-Roux. Le cave delle materie caoline che hanno scoperte nei dipartimenti del Cher e dell'Allier danno delle paste uguali a quelle del Limousin tanto per le proprietà chimiche quanto per la facilità della forma, la bianchezza, la lucidezza, la durezza e lo splendore della vetratura. Si può assicurarsene esaminando i loro servizj da tavola, le guarniture da tavoletta, e i loro grandi vasi incrostati a fondi di colore a gran fuoco. In virtù dei loro mezzi economici, questi commercianti moltiplicano gli oggetti che esiggono una grande modicità di prezzo, come sarebbe a dire pile telegrafiche, profumieri articoli di esportazioni. I disegni dei loro vasi, che rappresentano foreste tropicali, con accompagnamento obbligato di tigri, caimans e serpenti boa, potrebbero invero riprodurre più energicamente una natura vergine e lussureggiante, ma in compenso la confezione almeno non lascia nulla a desiderare.

« I sigg. Hache o Pepin-Lehalleur cuocono egualmente la porcellana dura col carbone di terra. I loro servizj di tavola e di tavoletta sono solidi, o le dorature vi sono distribuite con una saggia economia.

« I frutti dipinti sui tondi da dessert che espône il sig. Julien, di Saint-Leonard, hanno del rilievo e sono giusti di tono; ma noi diamo la preferenza ai suoi tondi semplici, per la pasta e la vetratura.

« Il bagno del sig. Bonlu, fabbricatore di Limoges, è ammirato da tutti quelli che sanno quanto sia difficile d'ottenere, in porcellana dura, un pezzo di quella dimensione.

« Il sig. Chabrol, di Limoges, produsse con poca spesa delle statuette ed oggetti d'ornamento in biscotto, che ponno contribuire a propagare il gusto delle arti, purchè si attenga ai vecchi modelli, o ne domandi dei nuovi ad artisti di un ordine meno secondario.

» Il sig. Gilles, di Parigi, ugualmente occupato dalle numerose applicazioni di cui il biscotto è suscettibile, lo trasforma in cariatidi, in busti, in bassi-rilievi, in statue d'uomini e d'animali di grandezza naturale, in vasi, ed anche in foglie o fiori di rose, con una prodigiosa facilità.

» L'esposizione francese è meno ricca in majolica che non sia in porcellana, tuttavia si può prevedere il risorgimento dell'arte che già portarono in Francia gli artisti italiani venuti in seguito dalla famiglia di Gonzaga. In una modesta vetrina nascosta lungo un'oscuro corritojo, gli amatori e il giury hanno saputo scoprire dei cesti di fiori smaltati, tazze persiane a fiori bianchi e col coperchio turchino, un vaso alla Luigi XV ornato d'arabeschi turchini rialzati di giallo, ed altri pezzi di una leggerezza rimarchevole e d'una rara finezza d'esecuzione. Questi prodotti sono dovuti al signor Ristori, venuto anch'esso dall'Italia a Nevers, colla risoluzione di ristaurarvi la fabbrica della majolica. Consultando la raccolta dei libretti delle annuali esposizioni delle belle arti noi lo troviamo nel numero degli statuari; ma ha rinunciato di modellare l'argilla, e di tagliare il marmo, per applicarsi all'arte ceramica, di cui ha perfezionato i metodi. Egli cola la majolica, ne imbianca la pasta, vi applica il cobalto e il giallo d'antimonio con una perfetta nitidezza, senza che questi colori soprapposti producan giammai del verde nel combinarsi. Le sue terre al fuoco, ed alla vernice bruna nera, più resistenti di quelle d'Orleans, hanno tutta la leggerezza della porcellana.

» Le dipinture sulla majolica smaltata sono inalterabili, e proprie per conseguenza alla decorazione esteriore degli edifici. Quelle che il sig. Cornu ha eseguite pei timpani delle porte della chiesa di Saint-Leu-Taverny rappresentano, l'una Gesù Cristo fra San Leonardo e Sant' Egidio, l'altra Maria, consolatrice degli afflitti. Tutte due sono d'un profondo sentimento religioso, d'uno stile severo, e di un colorito armonioso.

» Il sig. Avisseau ebbe l'onore di far rinascere, sono già molti anni, l'industria da lungo tempo troppo negletta di Bernardo Palissy. Il vasajo di Tours cammina degnamente sulle orme del vasajo d'Agen; e se i piatti moderni, ove nuotano i pesci, strisciano le lucertole, si rotolano le vipere, non hanno l'armonia di toni dei piatti antichi, si è forse a motivo della mancanza di quella patina inimitabile che i secoli stendono sui vasi di terra come sui quadri. Egli ha nel sig. Barbizet un emulo formidabile; gli animali, i fiori, i frutti, le frondi aggruppate nei piatti, nelle giardiniere o vasi del sig. Barbizet, riproducono la natura con una maravigliosa fedeltà. Fatte di una argilla eminentemente fusibile e cotta ad un'alta temperatura, le sue stoviglie di forme variate uniscono la solidità all'eleganza, ed hanno inoltre un grande vantaggio, cioè quello di toccare gli ultimi confini del buon mercato.

» Le terre cotte sono impiegate con successo dal sig. Virebent, di Toulon, ad ornamento esteriore degli edifici; ma, come fa rimarcare il *Mémorial bordelais*, s'ingannerebbe stranamente chi volesse giudicare di questa maniera di fabbricazione dai saggi recenti. Il tempo li sottomette ad una rigorosa prova; e per apprezzare il merito dei lavori del sig. Virebent, bisogna richiamarsi la tomba ch'egli espose nel 1834, e il camino che fregia attualmente, a Londra, il museo di Marlborough-House.

« Un ramo di ceramica, la di cui importanza può essere sconosciuta a bella prima, si è la fabbricazione dei *bottoni in porcellana*. Essa nacque in Inghilterra; il signor Bapterosses, che l'introdusse in Francia, inventò nuove paste, uno strettojo che batteva cinquecento bottoni alla volta, e dei fornelli ove la cottura operavasi quasi istantaneamente e con grande economia. La manifattura ch'egli eresse a Parigi fu quanto prima insufficiente, e la trasportò a Briare, piccola città marittima che i cammini di ferro aveano doppiamente rovinata, non traversandola, e diminuendo la navigazione fluviale. Oggidì il sig. Bapterosses vi occupa un migliajo d'operai e lavoratrici, e fornisce ogni giorno al commercio, in virtù di un ammirabile meccanismo, circa quattro milioni di bottoni agata, brillantati, colorati nella pasta o dipinti a stampo; finalmente dei bottoni d'un bel nero lucido, destinati a rimpiazzare quelli di corno, d'osso e di bufalo. Non vi sono camicie, colletti, camiccinole, in Europa, in America, che non abbiano attaccati bottoni del sig. Bapterosses.

« Se passiamo dai prodotti ceramici francesi a quelli dell'estero, noi troviamo in prima linea il sig. Minton di Stoke-sur-Trent (Staffordshire) La sua specialità si distingue in ogni genere; tondi comuni o decorati, porcellana della China, di Sassonia o di Sèvres, majoliche italiane, bassi rilievi in terra smaltata ad uso di Luca della Robbia, pietra di Fiandra e di Germania, rustiche figurine di Palissy, sedie da giardino in majolica smaltata, ammattonamenti incrostati del medio evo, vasi in biscotto, tegole dipinte, ecc., ecc. Considerato isolatamente, nessuno dei suoi prodotti è superiore ai prodotti analoghi degli altri esponenti; ma il sig. Minton supera tutti per la varietà infinita della sua fabbricazione.

« La città di Stoke-sur-Trent, conta ancora fra i suoi rappresentanti all'Esposizione, i sigg. Baker e Till, che fabbricano solide stoviglie di pietra bigia; i sigg. Cork, Fieder, Pratt, abili fabbricatori di majolica; il sig. Pepper, i di cui servizj da tavola sono decorati da stampiglie impresse; Copeland, le di cui statuette in biscotto detto *parian* peccano per la scelta dei modelli; il sig. Mayer, che fornisce accuratissimi utensili ai lavori della chimica e della fotografia, e i sig. Wedgwood, degno successore di Gosia Wedgwood, cho inventò, nel 1760, la porcellana detta inglese. In questa composizione, il caolino e qualche volta l'argilla plastica, sono mischiate con argille artificiali, granito grafico, e fosfato di calce. La porcellana inglese è più fragile della porcellana dura; ma è atta alla decorazione, si eseguisce rapidamente, costa poco, e riceve stampiglie a vivissimi colori e senza bave (1).

« La Svizzera non ha nè porcellane, nè majoliche, ma essa ci offre dei tubi pel gas, per l'acqua, pei fili telegrafici; basso-rilievi, statue e oggetti d'arte in terra cotta fra i quali son degni di osservazione la pila dell'acqua santa gotica e la Melpomene del sig. Ziégler-Pillis.

« Il sig. Freppa di Firenze, tenta di riprodurre le antiche majoliche di Giorgio Andreoli e di Francesco Xanto. Gli oggetti più distinti dei grandi artisti del sedicesimo

(1) Tracce delle congiunzioni dei diversi pezzi dello stampo.

secolo erano biscottati da una prima cuocitura imperfetta, poi venivano immersi in un liquido ove si stemperava una mescolanza di sabbia, di potassa, d'ossidato di piombo e di stagno. Si rivestivano in seguito di pitture a colori vetrificabili, quindi li riportavano al forno per ricevervi una cottura completa. Senza pareggiare la bellezza dei piatti così detti gentilizii, degli *sbiancheggiati*, dello anfore e dei *rinfrescatoj* ad uso *renaissance*, i saggi del sig. Freppa meritano d'essere incorraggiati.

« Se volete avere una esatta idea della manifattura reale di Sèvres sotto la ristaurazione, non avete che a guardare i prodotti della manifattura di Berlino. La porcellana è ben cotta, di una pasta omogenea e presenta fregi accurati; i medaglioni, eseguiti da Kaulbach, si capisce che devono riprodurre fedelmente il disegno ed il colorito degli originali. Ma quanto sono goffi e spiacevoli quei vasi ovali! quante sono melense quelle loro allegorie! Quanta falsa maestà, e quanta reale trivialità nelle forme! Che disgustosa composizione si è quella vasca riccamente dipinta e sostenuta da un delfino in biscotto bianco! Speriamo che rischiarata dalle osservazioni che ha potuto fare durante il corso dell'Esposizione del 1855, la manifattura di Berlino prenderà una via d'innovazione.

« Fra gli espositori germanici, noi rimarchiamo Maurizio Fischer, di Herend (Ungheria) le di cui porcellane della China e di Sassonia attestano lo studio delle buone tradizioni ».

Si troverà nel lavoro del sig. Carlo Laboulaye (*Saggio sull'arte industriale, comprendente lo studio dei prodotti più celebri dell'industria di tutte le epoche, e delle opere più ragguardevoli dell'Esposizione universale di Londra nel* 1851, *e dell'Esposizione di Parigi nel* 1855) un certo numero d'incisioni rappresentanti con una perfetta esattezza, alcuni prodotti segnalati qui sopra. Noi invitiamo il lettore, a volerlo consultare.

INDICE

CATALOGO

DELLE PIU' RECENTI PUBLICAZIONI

DEL

DOTTOR FRANCESCO VALLARDI

TIPOGRAFO-EDITORE

in Contrada Santa Margherita, N. 5.

Collana Scientifico-Letteraria.

Ambrosoli Gius. (prof.) PRIME NOZIONI DI FISICA. Un vol. in-16. grande con 197 fig. intercalate nel testo di 1200 pagine, diviso in 2 parti. Fr. 10. 00.

Balsamo Crivelli (prof.) DESCRIZIONE GEOLOGICA dell'ITALIA condotta sullo schizzo di una Carta geologica italiana in aggiunta al Corso di Geologia di *Beudant*, di pag. 40 con una Carta Geologica dell'Italia. Fr. 2. 00.

Beudant. MINERALOGIA e GEOLOGIA. Un vol. in-16. gr. di pag. 800 e 775 fig. 2.ª ediz. sulla 5.ª parigina, tradu. con note importanti de' prof. *Musserotti* e *G. Arpesoni*. Fr. 10. 00.

Borella e Camusso. NOZIONI SUL DRENAGGIO, ossia Arte di prosciugare i terreni umidi, 1857. Un volume in-16. grande di pag. 242 con 91 figure. Fr. 3. 50.

Brewer LA CHIAVE DELLA SCIENZA, ovvero i Fenomeni di tutti i giorni. Versione italiana con note ed aggiunte del dott. *Gemello Gorini* Un volume in-16. grande di pag. 512 con figure nel testo. Fr. 4. 00.

Brioschi Francesco (prof.) LA STATICA DEI SISTEMI DI FORMA INVARIABILE. Opuscolo in-8. grande di pag. 80. Fr. 5. 00.

Buzzetti Cirzio (prof.) PRINCIPJ DI GEOMETRIA ELEMENTARE. Un vol. in-16 grande con fig. intercalate nel testo, che si pubblica la fasc. di 5 fogli di 16 pagine; se ne sono pubblicati 5 fascicoli e ne manca 1 al compimento. Al fasc. Fr. 1. 00.

Cantoni Gaetano (dott.). TRATTATO COMPLETO D'AGRICOLTURA compilato dietro le più recenti cognizioni scientifiche e pratiche. Due volumi in-16. grande di pag. 744 e 324 con 321 figure. Fr. 15. 00.

Chomel A. I. (prof.). ELEMENTI DI PATOLOGIA GENERALE tradotti ed annotati sulla quarta edizione francese dal Dottore *Luigi Calori* professore di Anatomia nell' Università di Bologna. Due volumi in-8. grande di pagine 464 424. Fr. 12. 00.

Curioni, ecc NOTIZIE SULLA ILLUMINAZIONE A GAS DI CARBON FOSSILE. — Un vol. in-16. grande di pag. 216. Fr. 2. 00.

Dansi. NOZIONI ELEMENTARI DI STORIA NATURALE. — BOTANICA. Un vol. in-16. grande di pag. 144 e 151 figure. Fr. 3. 00.

De-Cristoforis Carlo. IL CREDITO BANCARIO E I CONTADINI. Un vol. in 8. Fr. 3. 00.

De-Decker. LA PICCOLA GUERRA secondo l'indole della strategia moderna. Versione italiana, sulla francese di L. A. Unger, di *Carlo Mezzacapo*, già tenente-colonnello di artiglieria. Un vol. in-32 grande di pag 448 con 8 grandi tavole incise in legno. Fr. 4. 00.

De-Filippi Filippo (prof.) DELLE FUNZIONI RIPRODUTTIVE NEGLI ANIMALI, in complemento all' edizione italiana di Zoologia. 2.ª ediz., un volume in-16. grande di pagine 118 con 72 fig. Fr. 3. 00.

De-Filippi Franc. (prof.). PRINCIPJ ELEMENTARI DI MECCANICA ASTRATTA per servire d' introduzione a questa scienza, un vol. in-16. gr. di pag. 88 con fig. Fr. 2. 00.

De-Jussieu. BOTANICA, un volume in-16 di pag. 640 con 688 figure, e varie tavole. 2.ª edizione italiana per cura del prof. *Balsamo Crivelli*. Fr. 10. 00.

De-Lanoye. L'INDIA CONTEMPORANEA e STORIA DELL'INSURREZIONE DEL 1857. Prima versione dal francese di *F. C. B.* Un volume in-16. grande di pag. 608 illustrato di una carta geografica dell'India. Fr. 6. 00.

Ganot. A. (prof.). TRATTATO ELEMENTARE DI FISICA SPERIMENTALE ED APPLICATA, E DI METEOROLOGIA. Quinta edizione ital. sulla 7.ª parigina, per cura dei profess. *C. Hajech* e *V. Musserotti*. Un vol. in-16. grande di pag. 872 con 558 fig. intercalate nel testo. Fr. 10. 00.

Lardner Dionigi (prof.). VARIETA' DI MECCANICA E INDUSTRIA. Prima traduzione italiana dei signori dott. *G. Ambrosoli*, dott. *R. Ferrini*, dott. *G. Gorini*, e *Fanny Ghedini Bortolotti*. Un vol. in-8 gr. di pag. 488 con 235 fig. intercalate nel testo. Fr. 8. 00.

Labdner Dionigi (prof.). TRATTATO SUI MEZZI DI COMUNICAZIONE. Prima traduzione italiana dei signori prof. *Giulio Brusa* e *Fanny Ghedini-Bortolotti*. Un volume in-8. grande di pag. 440 con 108 fig. Fr. 7. 00.

Lo stesso. VARIETA' DI FISICA. Prima traduzione italiana con note ed aggiunte dei signori dott. *G. Ambrosoli*. prof. *G. Brusa*, prof. *G. N. Cavallotti*, dott. *R. Ferrini*, e dott. *G. Gorini*. Un volume in-8. grande di pag. 568 con 226 figure. Fr. 9. 00.

Liebig. I PRINCIPJ FONDAMENTALI DELLA CHIMICA AGRARIA, in relazione alle ricerche istituite in Inghilterra. Prima traduzione italiana eseguita sulla 2ª ediz. tedesca per cura di *Alfonso Cossa*, un volume in-16. di pag. 128. Fr. 2. 00.

Lo stesso. TEORIA E PRATICA DELL'AGRICOLTURA, traduzione di *Alfonso Cossa*, 1857. Un volume in-16. grande di pagine 128. Fr. 2. 00.

Masserotti V. (prof.) LE MERAVIGLIE DELLA CREAZIONE ANIMALE, brani della storia naturale degli animali. Un volume in-16. grande di pagine 144 con illustrazioni. Fr. 3. 00.

Messedaglia Angelo (dott.). DEI PRESTITI PUBBLICI E DEL MIGLIOR SISTEMA DI CONSOLIDAZIONE. Un volume in-8., in carta velina, di pag. 210. Fr. 3. 00.

Lo stesso. DELLA NECESSITA' DI UN INSEGNAMENTO SPECIALE POLITICO-AMMINISTRATIVO E DEL SUO ORDINAMENTO SCIENTIFICO. Un volume in-8., di pagine 144. Fr. 2. 50.

Mezzacapo Luigi e Carlo, STUDJ TOPOGRAFICI e STRATEGICI SU L'ITALIA. Un volume in-16. grande di pagine 624. Fr. 12. 00.

LA MEDESIMA OPERA illustrata di una carta geografica dell'Italia. Fr. 15. 00.

Michelet. COMPENDIO DI STORIA MODERNA, tradotto ed annotato dal prof. *Pietro Molinelli*. Un volume in-16. grande di pag. 280. Fr. 4. 00.

Milne Edwars. ZOOLOGIA, un volume in-16. grande di pagine 668 con 473 figure e tavole. Seconda edizione italiana per cura del professore *Vincenzo Masserotti*. Fr. 10. 00.

Molinelli Pietro (prof.) LA DONNA NELLA SUA EDUCAZIONE RELIGIOSA, INTELLETTUALE E MORALE, per via di esempj, ossia LIBRO PER L'ADOLESCENZA FEMMINILE compilato sulle opere dei più illustri Scrittori italiani e stranieri. Un volume in-16 grande di 364 facciate. Fr. 9. 00.

Nievo Ippolito. IL CONTE PECORAJO. Storia del nostro secolo. Un vol. in-16. grande di pag 364. Fr. 4. 00.

Omboni Giov. (prof.) CENNI SULLO STATO GEOLOGICO DELL'ITALIA, in appendice al Corso di Geologia di *Beudant*. Un vol. in-16. grande di pag. 164 con 70 figure, e carta geologica colorata dell'Italia. Fr. 3. 00.

Perotti A. (prof.) LEZIONI D'ARITMETICA proposte agli studenti del Corso inferiore delle Scuole Tecniche-Reali. Due parti che si vendono anche separatamente. —
Parte I. Fr. 2. 50.
» II. » 3. 00.

Regonati Francesco (ab. prof.). VITA DI NAPOLEONE III condotta fino ai giorni nostri. Un volume in-16. grande di pag. 464, col ritratto di Napoleone III inciso in acciaio da valente artista. Fr. 6. 00.

Regnault. PRIMI ELEMENTI DI CHIMICA; versione ital. per cura del prof. *V. Masserotti*. Terza ediz. con note e coll'aggiunta dei Rudimenti di CHIMICA ORGANICA. Un volume in-16. grande di pagine 700, con 142 figure. Fr. 10. 00.

Revere G. NARRAZIONI STORICHE PEI GIOVINETTI. Un volume in-32. illustrato. Fr. 1. 50.

Sacchi Giuseppe. RICORDI DI FAMIGLIA. Un vol. di pag. 192 in-32, illustrato. Fr. 1. 50.

Strambio Gaetano (dott.). TRATTATO ELEMENTARE D'ANATOMIA DESCRITTIVA, e di preparazioni anatomiche, desunto dai lavori di *A. Jamain, Ph. C. Sapey, A. Vernuil*. Due vol. in-16. grande in carta sopraffina con 229 magnifiche figure. Fr. 25. 00.

Tasso. LA GERUSALEMME LIBERATA, edizione in-8. illustrata da 200 figure rappresentanti i personaggi, le città, i monumenti ed i paesi riferibili al gran Poema, colla vita dell'Autore e note storiche a ciascun canto di *G. Sacchi*. Due volumi in uno di pagine 768, con magnifico ritratto del Tasso a bulino. Fr. 16. 00.

Tommaseo Niccolò e Regonati (prof.) SULLA EDUCAZIONE ED ISTRUZIONE GIOVANILE, scritti varii e GIORNALE DI UN COLLEGIO Un volume in-16. grande di pagine 264. Fr. 3. 00.

Ventura Giovanni. POESIE MILANESI e ITALIANE. Nuova edizione con aggiunte dell'Autore ed aggiunte di parecchie composizioni, preceduta da una prefazione di *Achille Mauri*. un volume in-16. di pag. 244. Fr. 3. 00.

Zambra Bernardino (prof.). I PRINCIPJ E GLI ELEMENTI DELLA FISICA. Tre vol. in-16. grande con figure intercalate nel testo. Sono pubblicati due volumi. Fr. 14. 00.

Zambra Bernardino (prof.). PROPOSTA d'un aiuto allo studio delle scienze fisiche. Fr. 1. 00.

Wilson. IGIENE DELLA PELLE nei suoi rapporti colla salute. Un vol. in-16. grande di pagine 368 con 54 figure, trad. sulla 5.ª edizione con aggiunte e note del dott. *Agostino Bertani*. Fr. 5. 00.

Strenne popolari di annuale pubblicazione.

IL NIPOTE DEL VESTA-VERDE.
Comparve la prima volta qual strenna del 1848 e continuò fedele al proprio assunto di diffondere varia e soda istruzione, intrattenendosi di storia patria, geografia, fisica, chimica, belle arti, commercio, scienze economiche ed industria, dando preferenza a quegli argomenti che si riferiscono AL BEL PAESE.
Pone altresì modesto ricordo agli illustri decessi col darne la biografia e l'effigie che si procura dal vero o da autentici esemplari. Fr. —. 60.
Acquistando tutte le annate antecedenti cadauna Fr. —. 50.
Separatamente Fr. —. 75.

L'AMICO DEL CONTADINO.
Prodottosi nel 1850 tracciò fin dal primo suo apparire i principj di un trattato popolare di agricoltura, di fisica, d'igiene e dei rapporti civili e morali del contadino. Percio i dieci volumetti fino ad ora pubblicati sono anelli di una preziosa enciclopedia per l'Agricoltore. Fr. —. 60.
Acquistando tutte le annate antecedenti cadauna Fr. —. 50.
Separatamente Fr. —. 75.
Col volumetto del 1860 fu compimento il trattatello d'Agricoltura incominciato col 1850.

Opere ascetiche.

SACRA BIBBIA, secondo la Volgata colla versione italiana e con annotazioni dichiarata da Mons. Ant. Martini, Arciv. di Firenze. Tre vol. in-8. complessivamente di pag. 3532, a doppia colonna, corredata di un magnifico frontispizio figurato e di due carte rappresentanti la Palestina, l'Egitto ed il Viaggio dei Santi Apostoli. Fr. 36. 00.

SACRA BIBBIA, secondo la Volgata tradotta in lingua italiana e con annotazioni dichiarata de Mons. Ant. Martini. Tre vol. in-8. complessivamente di pag. 2424, con frontispizio e carte geografiche come l'altra. Fr. 24. 00.

L'ECCELLENZA DEL CATTOLICISMO, nelle sue feste colle preghiere per la Santa Messa. Un volume in-16. grande. Fr. 3. 00.

Missirini ab. Melchiorre e Achille Mauri. AMMAESTRAMENTI E PRECI tratte dalle sacre Scritture e dai Santi Padri. Elegante edizione in un volume in-16. grande. Fr. 4. 00.

Chavin Emilio. CROCE E DOLORE. Versione di *M. Tami*. Un volume in-16 grande. Fr. 2. 50.

LA DIVINA PAROLA consolatrice al Cristiano. ediz. con fregi a colore. Un volume in-16 grande. Fr. 3. 00.

Fénélon. LE FIDELE ADORATEUR. Un vol. in-32. grande. Fr. 2. 00.

Lo stesso. IL FEDELE ADORATORE, trad. accuratissima. ediz. con fregi a colore. Un vol. in-32. grande. Fr. 2. 00.

Tommaséo. PREGHIERE CRISTIANE. Un vol. in-16. grande. Fr. 1. 50.

Carcano Giulio. PREGHIERE OFFERTE AI FANCIULLI. Un vol. in-16. Fr. 1. 00.

OFFICI DELLA B. V. e DEI DEFUNTI ed altri LIBRI DI PREGHIERE di vario formato, componenti un elegante assortimento da soddisfare ogni desiderio, sia che si risguardi al merito delle edizioni, che alla forbitezza e buon gusto delle svariatissime legature.

VIA CRUCIS del Beato Leonardo da Porto Maurisio colla Storia della Passione di N. S. Gesù Cristo e colle preghiere pel tempo quaresimale, in-32 con 16 figure; alla bodoniana. Fr. 1. 00.

Carte geografiche.

GRAN CARTA D'ITALIA, in 15 fogli, nella proporzione di 1 a 600,000, dell'illustre geografo Zuccagni Orlandini.

CARTE SPECIALI DEI SINGOLI STATI D'ITALIA, in foglio imperiale:

Lombardia. . . .	in un foglio
La Venezia . . .	*idem*
Stati Sardi di terra ferma.	*idem*
Ducato di Parma e Piacenza	*idem*
Ducato di Modena e Reggio	*idem*
Toscana	*idem*
Stato Pontificio. . .	*idem*
Regno di Napoli . .	*idem*
Regno di Sicilia . .	*idem*

70 CARTE SPECIALI, in grande scala, delle Provincie in cui sono divisi gli Stati d'Italia, con piccole Pianto delle Città capoluogo.

25 PIANTE DELLE CAPITALI E PRINCIPALI CITTA' D'ITALIA.
Tutte le suindicate Carte, che servono eccellentemente per lo STUDIO DELLA TOPOGRAFIA D'ITALIA, vendonsi separatamente a modico prezzo.

Dal suddetto trovansi TUTTE LE PUBBLICAZIONI GEOGRAFICHE di altri Editori.

I DUE EMISFERI TERRESTRI delineati sopra due grandi Carte ad uso degli istituti d'educazione e delle scuole comunali d'Italia:

Per LE DUE GRANDI CARTE rappresentanti i due EMISFERI TERRESTRI in dodici fogli sciolti si pagheranno divise in dieci rate, una per ciascun mese. Italiane L. 36. 00.

Per le suddette montate sopra tela con inverniciatura si pagheranno come sopra. Italiane L. 70. 00.

Per le suddetta montate sopra tela con inverniciatura e bastoni a lucido come sopra. Italiane L. 90. 00.

Le spese di porto, dazio od altro restano a carico dei signori acquirenti.

Opera in corso d'associazione.

LARDNER DIONIGI (prof.). Il MUSEO DELLE SCIENZE E DELLE ARTI. Prima traduzione italiana dall'originale inglese, con note ed aggiunte dei signori dott. *Giuseppe Ambrosoli*, ing. *G. Brusa*, prof. *C. Buzzetti*, prof. *G. N. Cavallotti*, ing. *Cantalupi*, dott. *R. Ferrini*, prof. *G. Ferrario*, dottor *G. Gorini*, *Fanny Ghedini-Bortolotti*, dott. *Mantegazza*, prof. *G. Omboni*. Opera illustrata da più di 1200 incisioni. È divisa in 6 volumi di 25 in 30 dispense l'uno; ognuna di 16 pag. in-8. grande al prezzo di cent. 25 di franco per dispensa. Ogni volume può star da sè, contenendo uno speciale trattato che nel 1.° risguarda LA TERRA, nel 2.° IL CIELO, nel 3.° LA FISICA, nel 4.° LA MECCANICA e L'INDUSTRIA, nel 5.° I MEZZI DI COMUNICAZIONE, e nel 6.° LA STORIA NATURALE. Sarà terminato nel corrente anno.

Edizioni di altrui fondo.

BRIOSCHI FRANCESCO (prof.) TEORICA DEI DETERMINANTI, e sue principali applicazioni. Un volume in-4. Fr. 5. 22.

LO STESSO. INTORNO AD ALCUNI PUNTI della STATICA. Pavia, 1853. in-8. Fr. 2. 00

CIPRIANO. SANCTI CÆCILII CYPRIANI. *Opera*. Milano, 1834-35. Due vol. in-8. Fr. 7. 00.

DA PORTO MAURIZIO. PREDICHE QUARESIMALI del B. Leonardo da Porto Maurizio; coll'aggiunta delle opere sacro-morali. Milano, 1841. In-8. a due colonne. Fr. 10. 00.

DEGLI ALBIZZI. ELEMENTI DI GEOLOGIA E DI MINERALOGIA con figure e quadri illustrativi, ossia Costituzione geognostica del globo colla descrizione dei terreni della Toscana. Firenze, 1851. In-8. Fr. 7. 00.

LAMARTINE. STORIA DELLA RIVOLUZIONE del 1848. Milano, 1849. Fr. 10. 00.

LESSONA CARLO. COMPENDIO D'IPPIATRIA che contiene gli indizj della sanità e delle principali malattie del cavallo e le cognizioni più essenziali sulla sua conformazione, sull'igiene e sulle sue differenti razze. Torino, un volume in-8. Fr. 3. 00.

LUSSANA E FRUA. MEMORIA SULLA PELLAGRA, premiata dal R. Istituto Lombardo di Scienze Lettere ed Arti. Un volume in-8. grande. Fr. 4. 35.

MARESCOTTI. STORIA DELLE GUERRE, ossia Memoriale Politico-Militare della Storia Universale. Firenze, 1854. In-16. Fr. 4. 00.

LO STESSO. SULLA ECONOMIA SOCIALE. *Discorso*. Firenze, 1856. Due volumi in-16. grande. Fr. 6. 00.

MARTINET. L. MANUALE DI CLINICA MEDICA, traduzione dal francese del dott. *Baldassare Bufalini*. Fr. 4. 00.

MORCELLI. OPERUM EPIGRAPHICORUM. Padova, 1818-23. Cinque vol. in-4. Fr. 100. 00. De Stilo, 3 volumi; Inscriptiones; 2 volumi.

PISTRUCCI. ICONOLOGIA, ovvero Immagini di tutte le cose principali a cui l'umano talento ha finto un corpo. Milano, 1819-21. Due volumi in-4. con 240 tavole incise e miniate. Fr. 180. 00.

QUATREMÈRE DE QUINCY. DIZIONARIO STORICO DI ARCHITETTURA. Mantova, 1840-44. Due tomi in-4. a due colonne. Fr. 72. 00.

RAJBERTI. IL VIAGGIO DI UN IGNORANTE, ossia Ricetta per gli Ipocondriaci. Milano, 1857. In-8. Fr. 3. 48.

VITRUVIO. M. VITRUVII POLLIONIS ARCHITECTURA texto ex recensione codicum emendato, num exercitationibus notisque novissimis Joannis Poleni et commentariis variorum additis cum primum studiis Simonis Stratico. Udine, 1827-1830. Quattro volumi in-4., divisi in 8 parti con 137 tavole incise. Fr. 275. 00.

LO STESSO. L'ARCHITETTURA, tradotta in italiano da Quirico Viviani, illustrata con note critiche ed ampliata di aggiunte intorno ad ogni genere di costruzione antica e moderna, con tavole in rame per opera del traduttore e dell'ingegnere architetto Vincenzo Tuzzi. Udine, 1830-33. Dieci libri e fascicolo di Indice in-8. con 121 tavole incise. Fr. 75. 00.

VOCABOLARIO della Lingua Italiana. Volume unico. Prato, 1852. In-16. grande a due colonne. Fr. 20. 00.